

WSP

Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?

31 februari 2023

Anna Nordling
Vice President | Director Energy & Industry

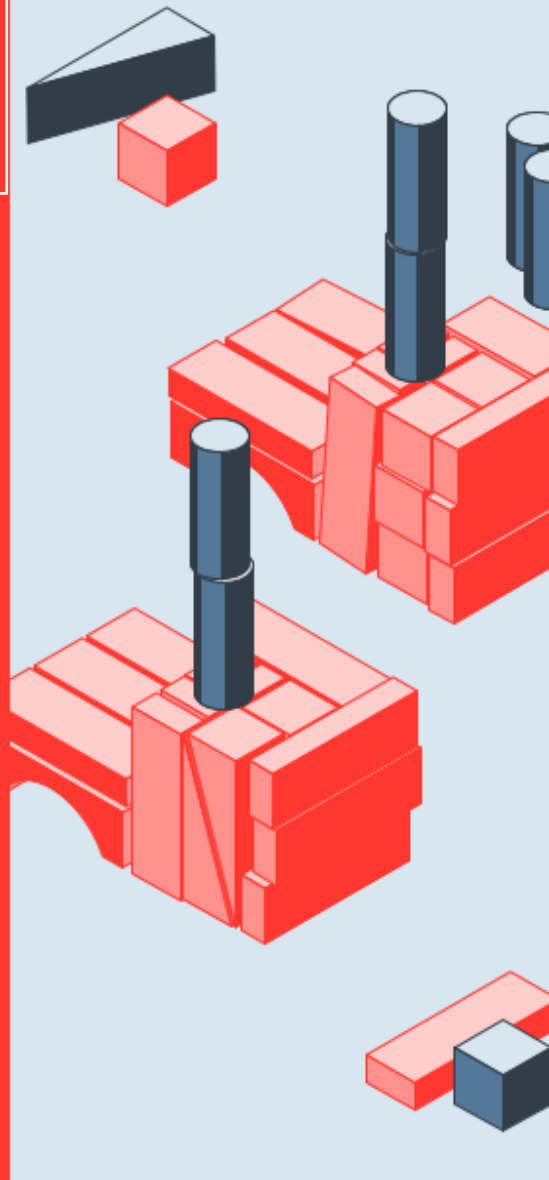
wsp



- We are one of the world's leading professional services firms.
- We plan, design, engineer and manage buildings, transport, infrastructure, industrial, environmental and energy projects.
- We provide services to transform the built environment and enhance the natural environment.
- Net sales of 44 165 MSEK in 2020 globally
- 55 000 employees in 550 offices in 40 countries
- 6 000 employees in the Nordics and 4 100 in Sweden

Små modulära reaktorer

- En framtidsprognos
för industri och
samhälle



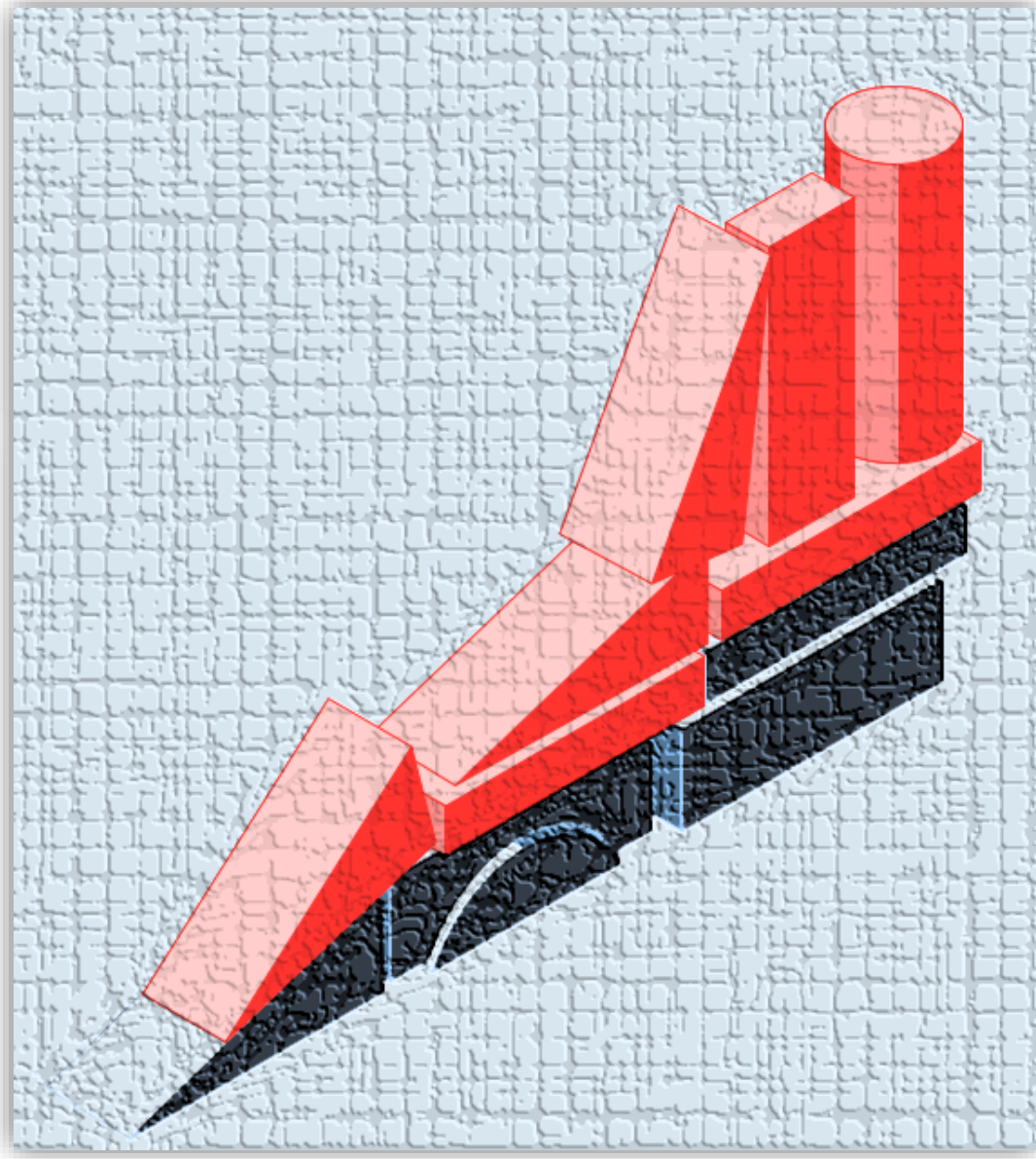
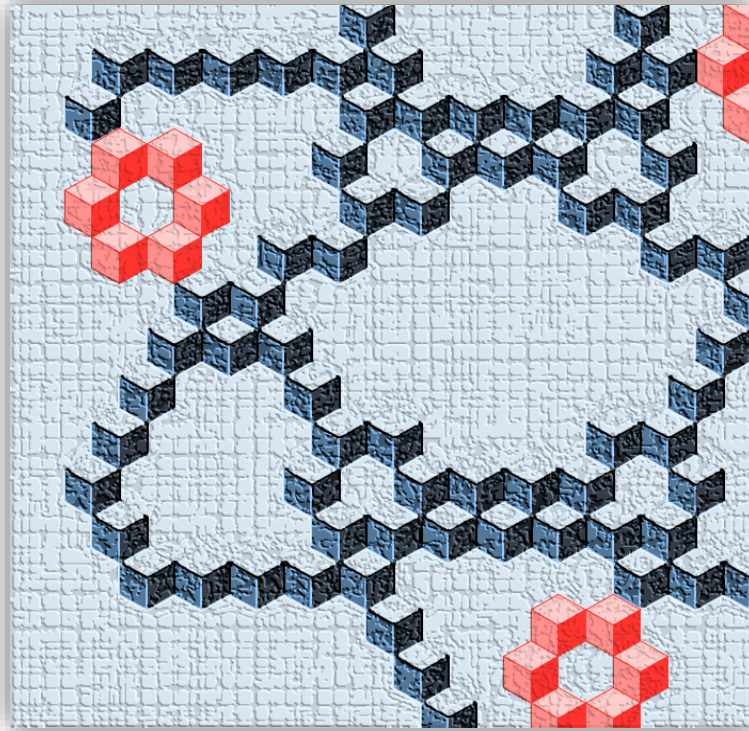
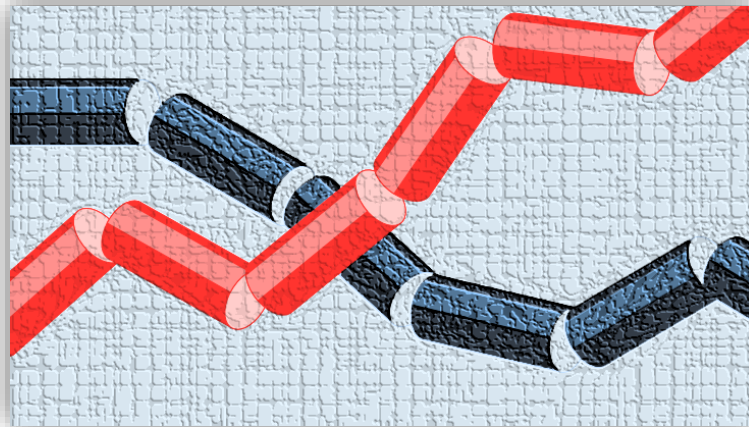
wsp

Små modulära reaktorer

- En framtidsprognos
för industri och
samhälle

wsp

- Vad är ett hållbart energisystem?
- SMR – vad är det?
- Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?
- Slutsatser, och frågor



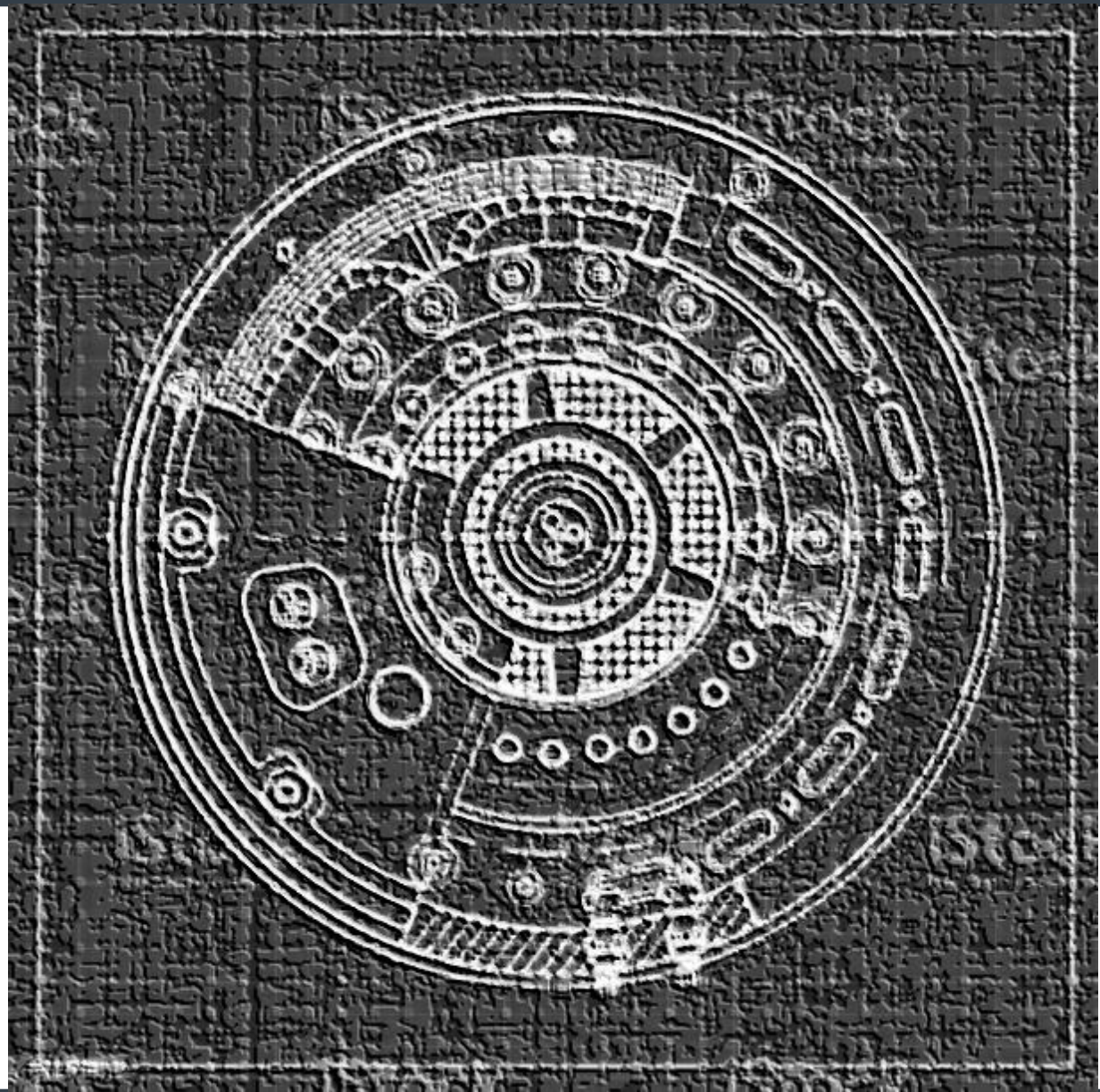
Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?

Hållbara system kännetecknas av **ett samspel mellan ämnena Energisystem och Miljömanagement och miljöteknik**. Med ett systemperspektiv på hållbar utveckling analyseras frågeställningar utifrån en energi- och/eller miljödimension.

”Linköpings universitet”

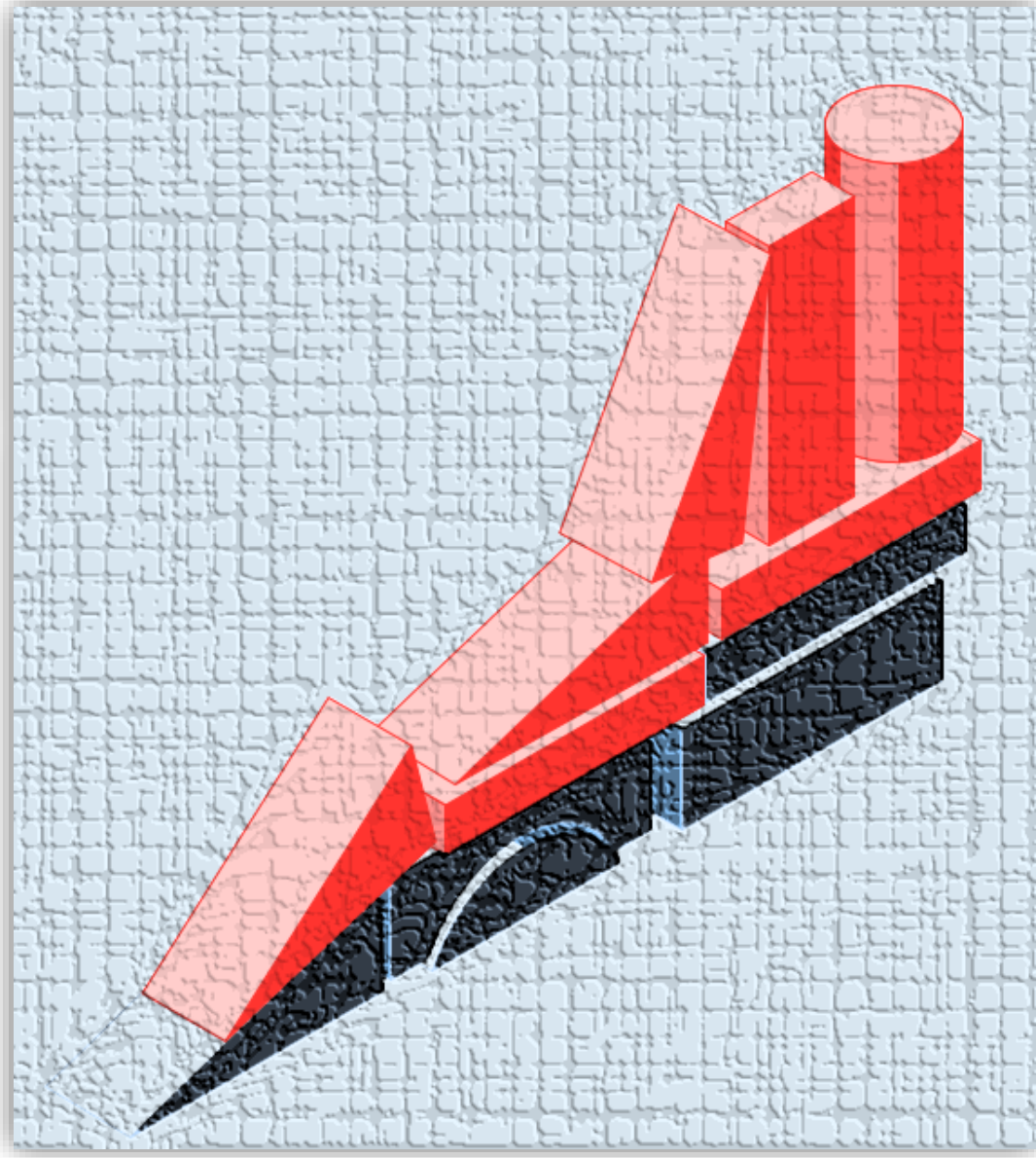
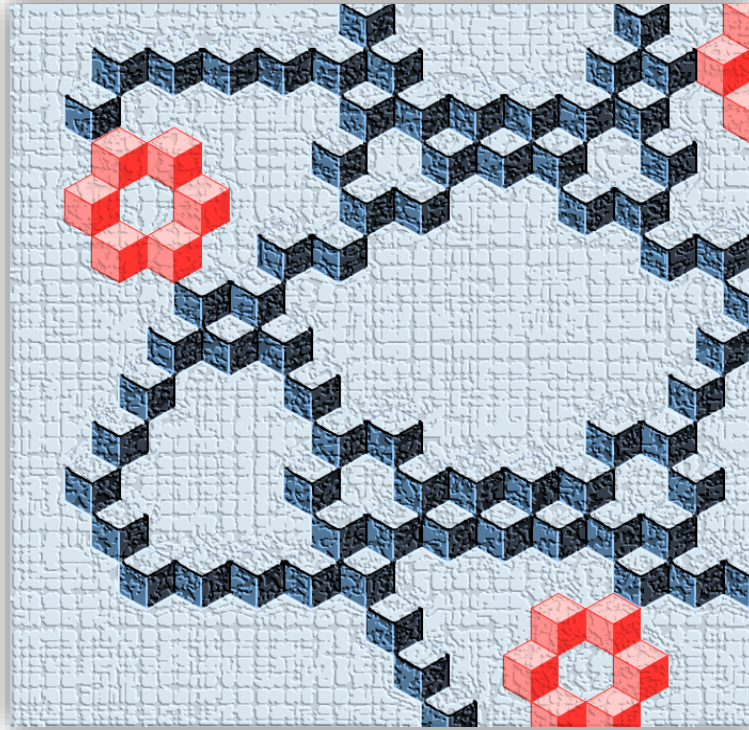
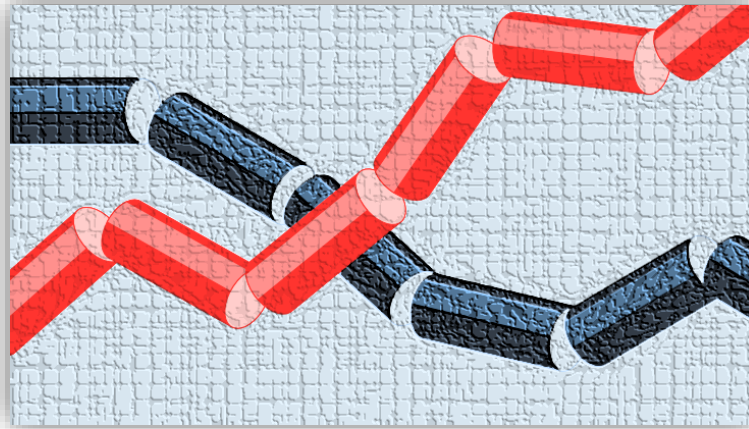
”Absolut ingen roll!” svarar en del,

”Självklar roll!” svarar andra.

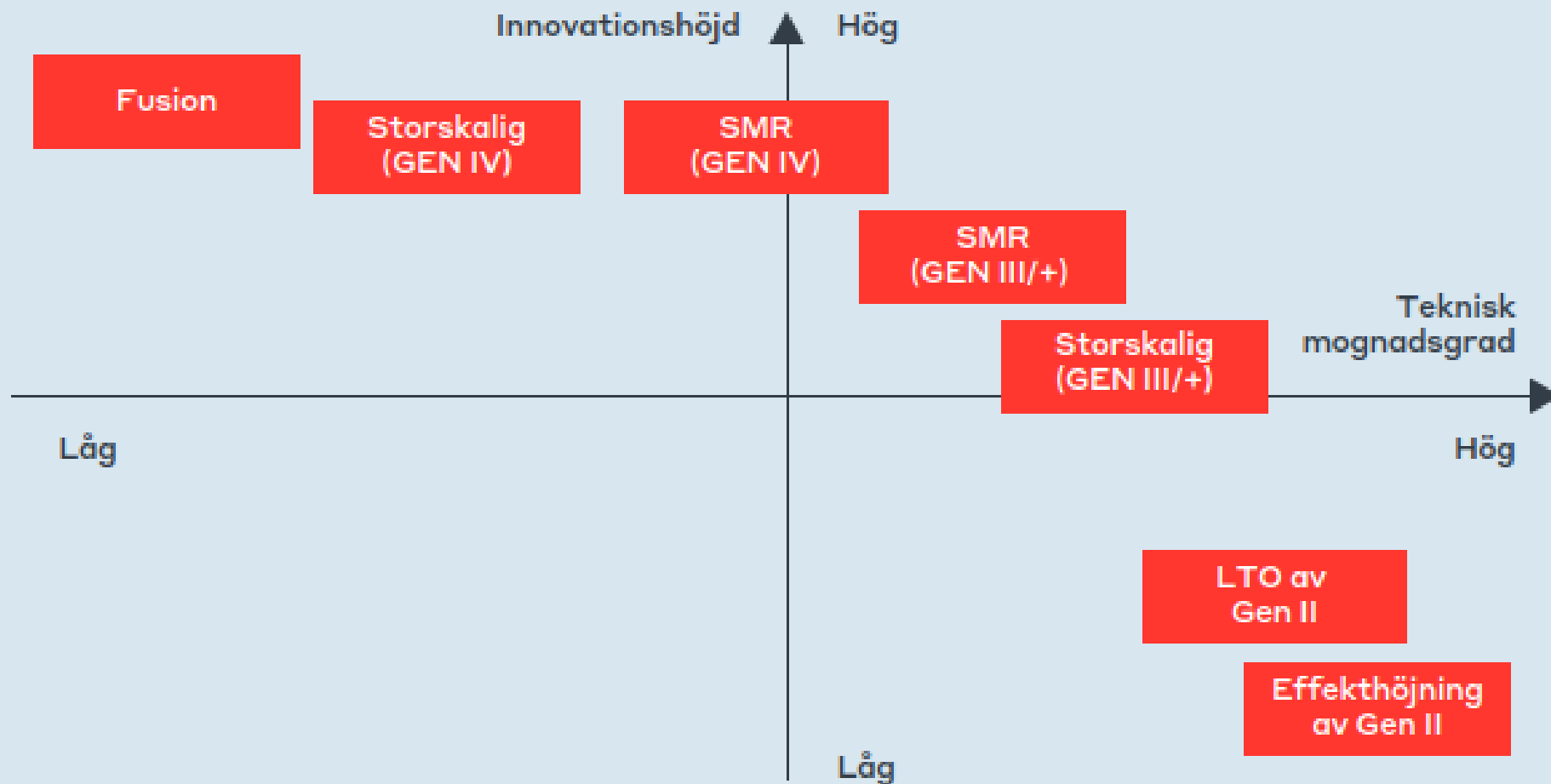


Vad är ett hållbart energisystem?

- Vad är ett hållbart energisystem?
- **SMR – vad är det?**
- Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?
- Slutsatser, och frågor

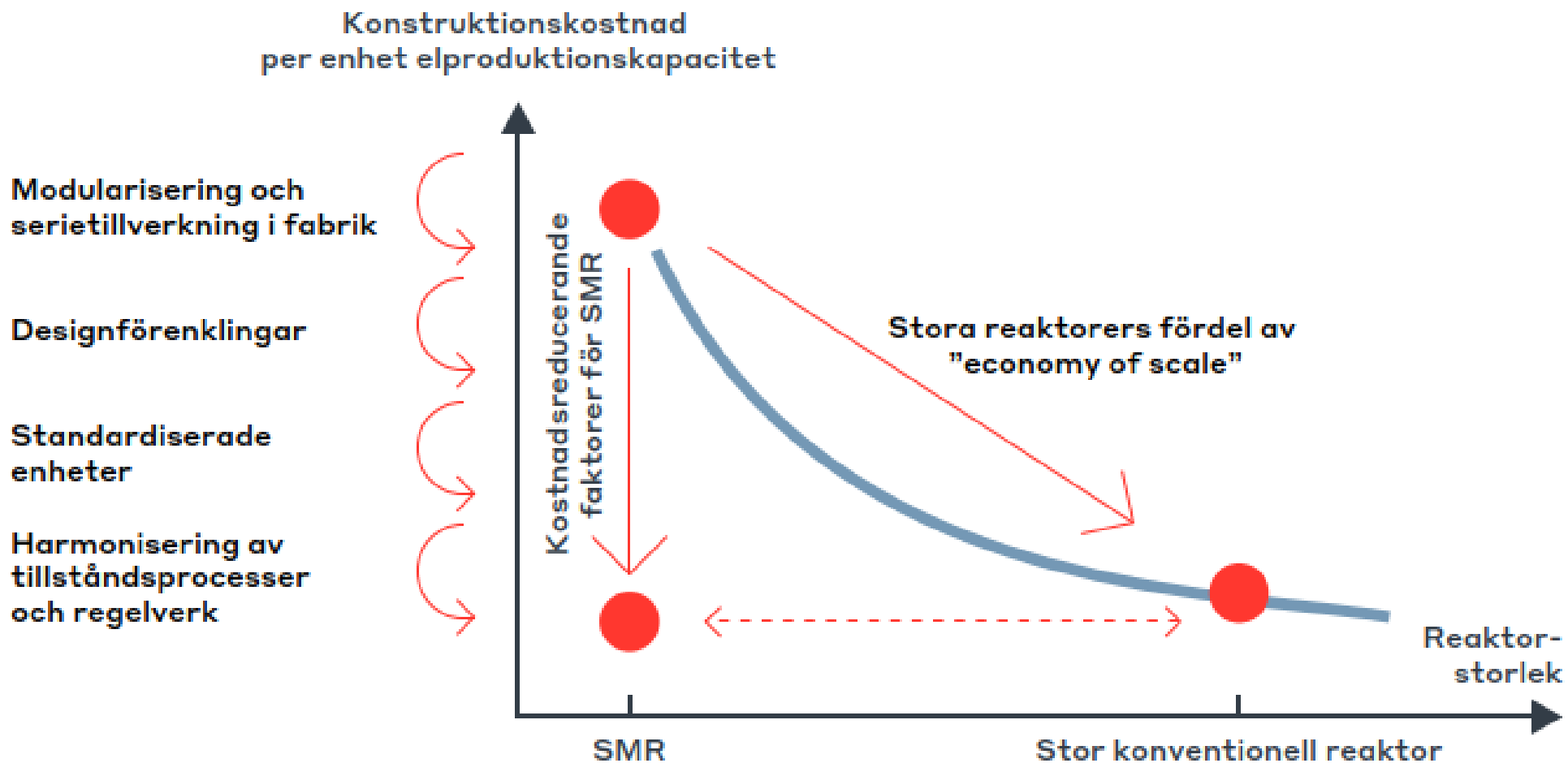


Innovationshöjd och teknisk mognadsgrad för olika kärnkraftsalternativ

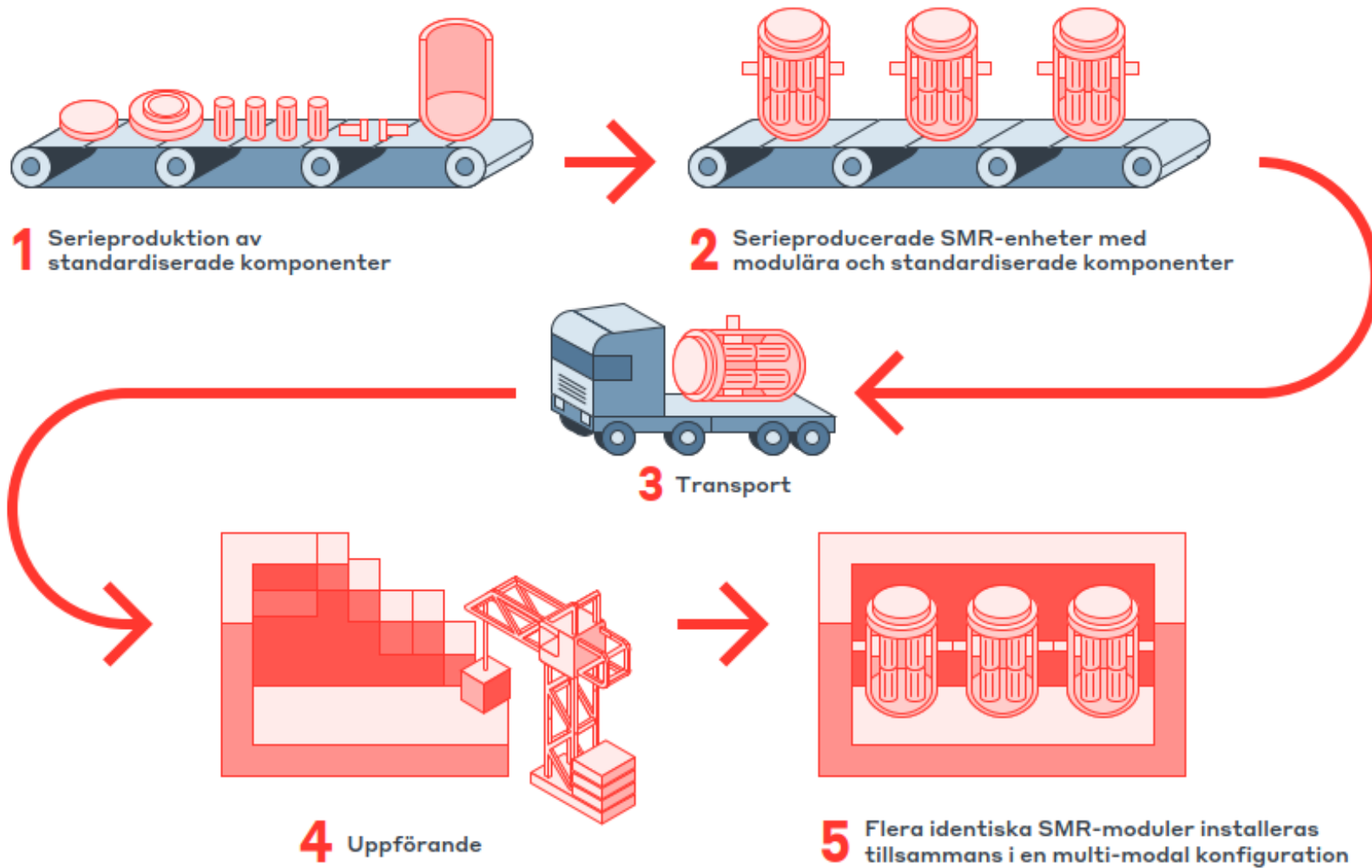


Source: WSPs SMR Rapport

Jämförelse mellan kostnaden för SMR och storskalig konventionell kärnkraft

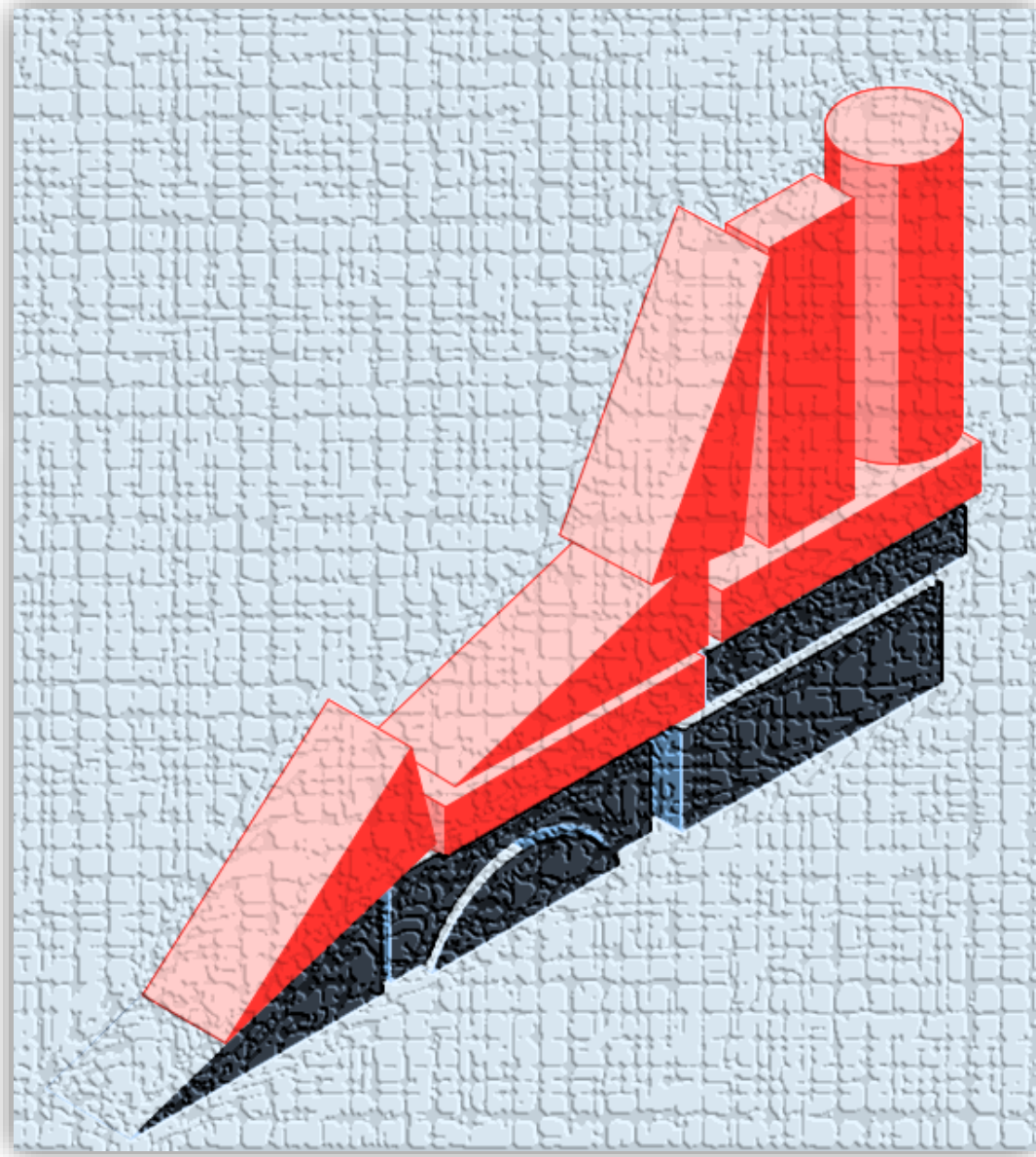
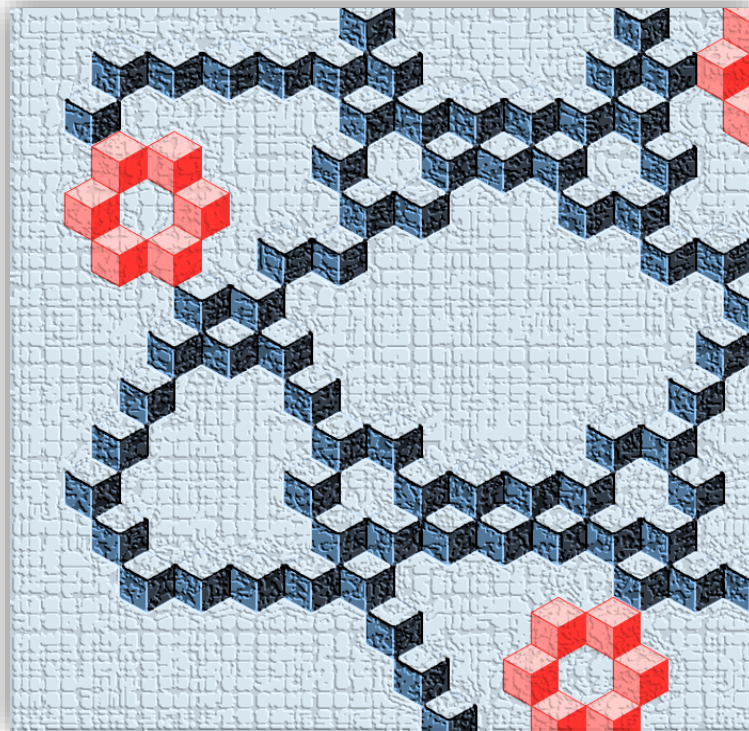
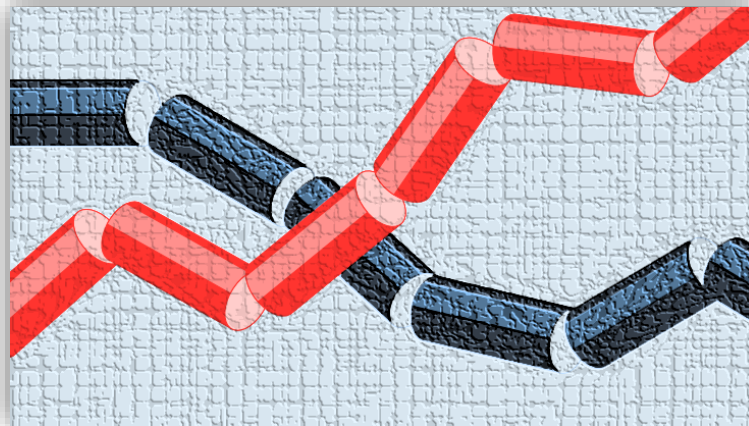


Source: WSPs SMR Rapport

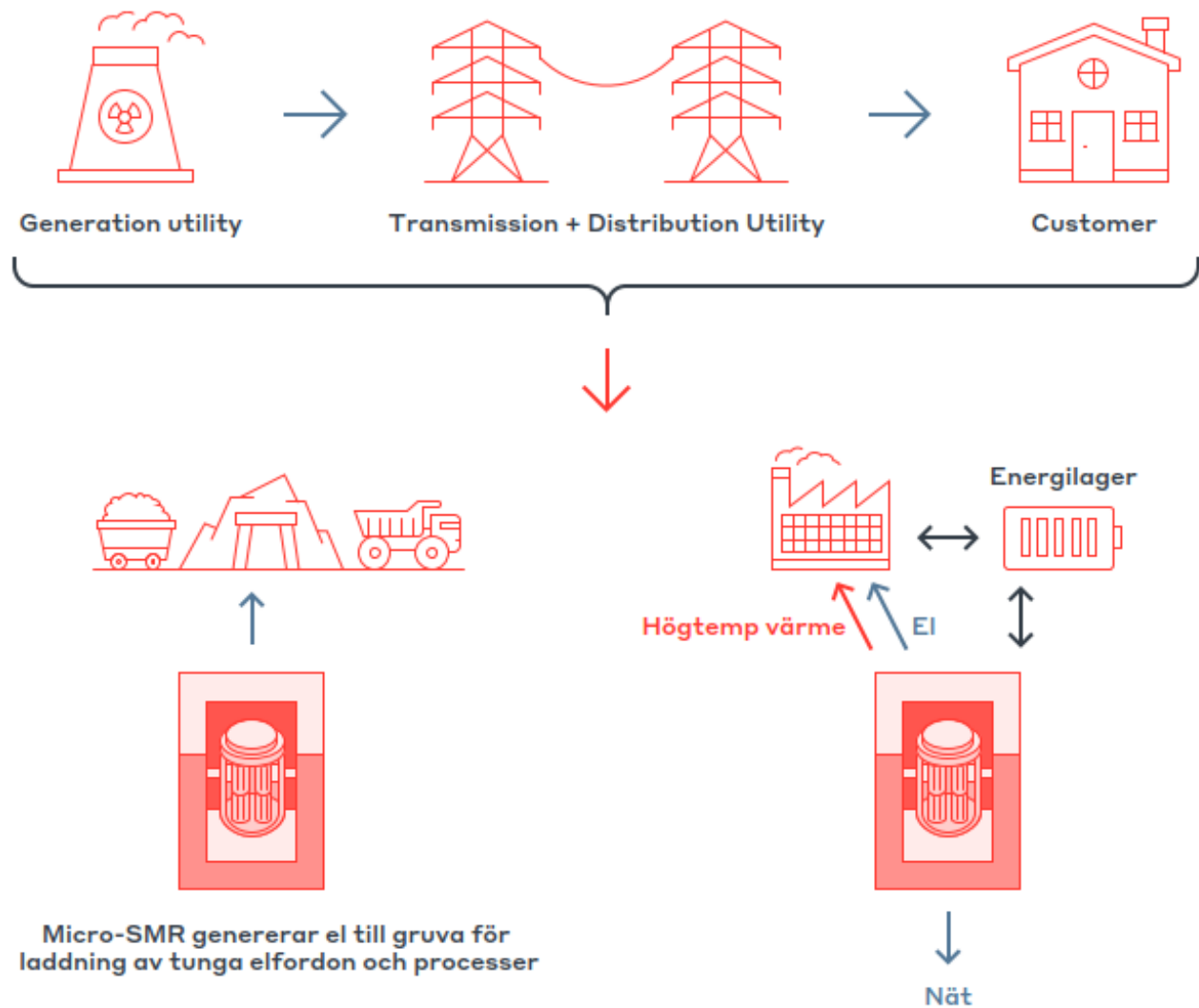
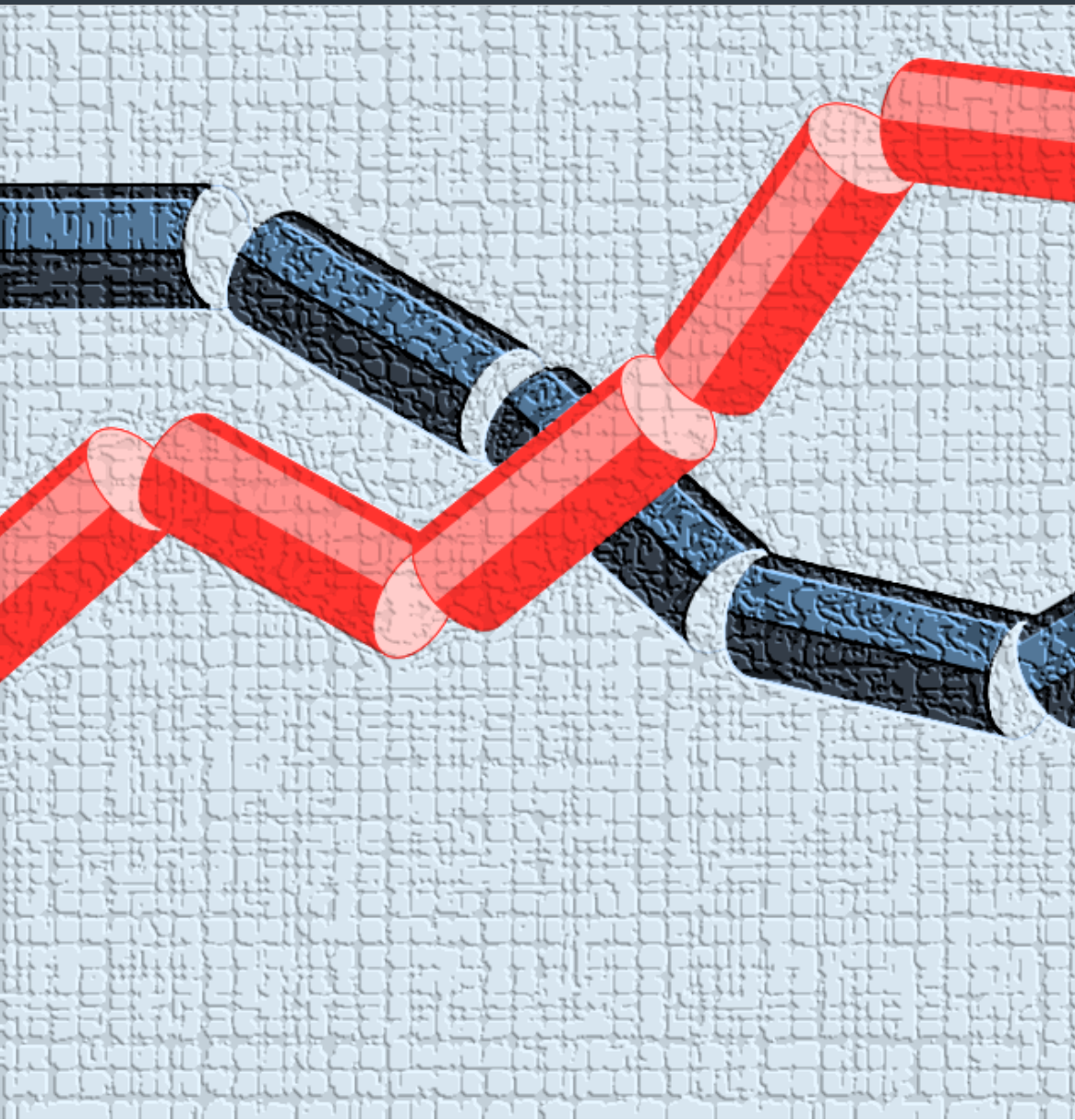


Source: WSPs SMR Rapport

- Vad är ett hållbart energisystem?
- SMR – vad är det?
- Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?
- Slutsatser, och frågor

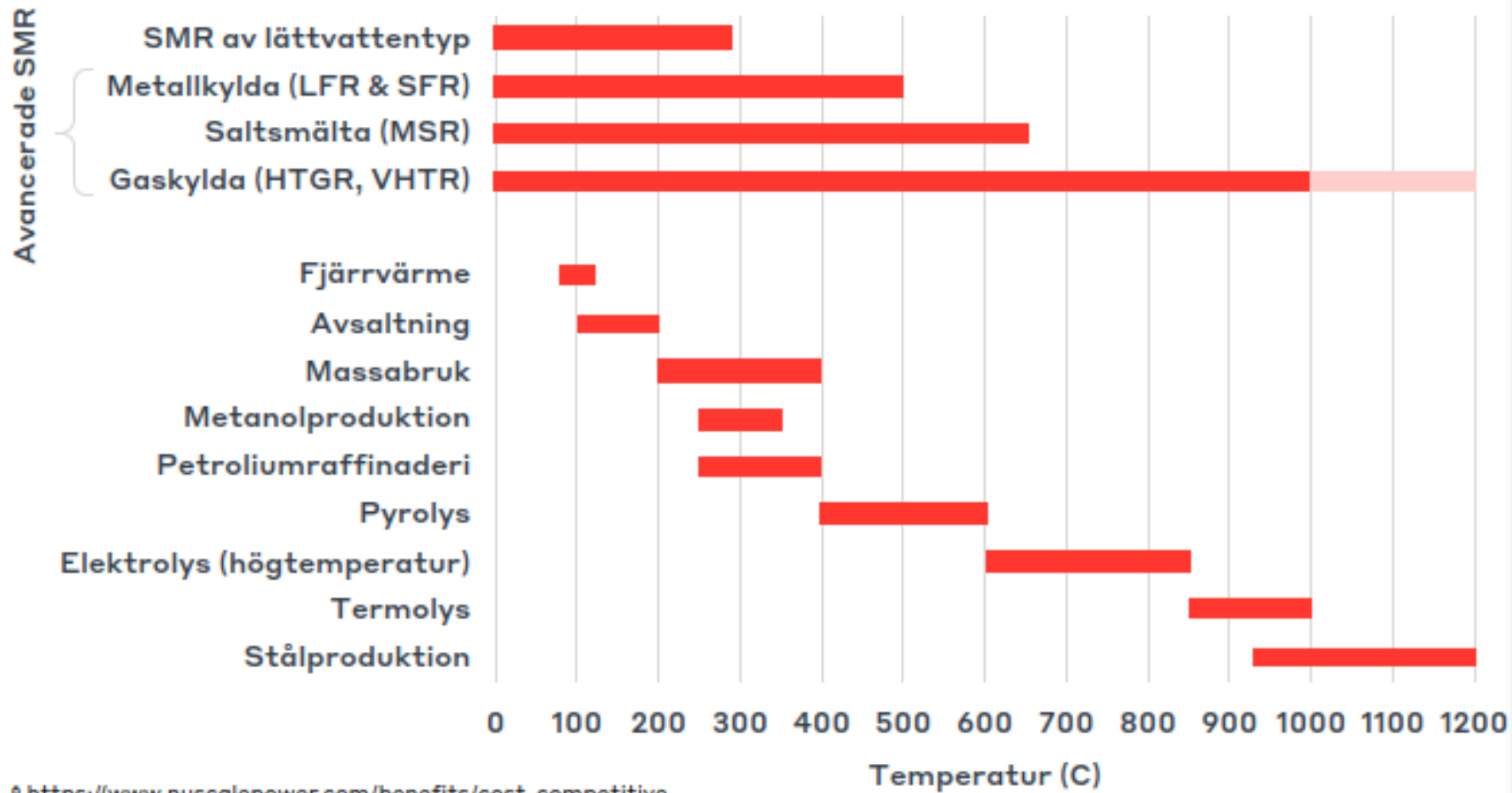


Vilken roll kan SMR ha i ett hållbart energisystem?

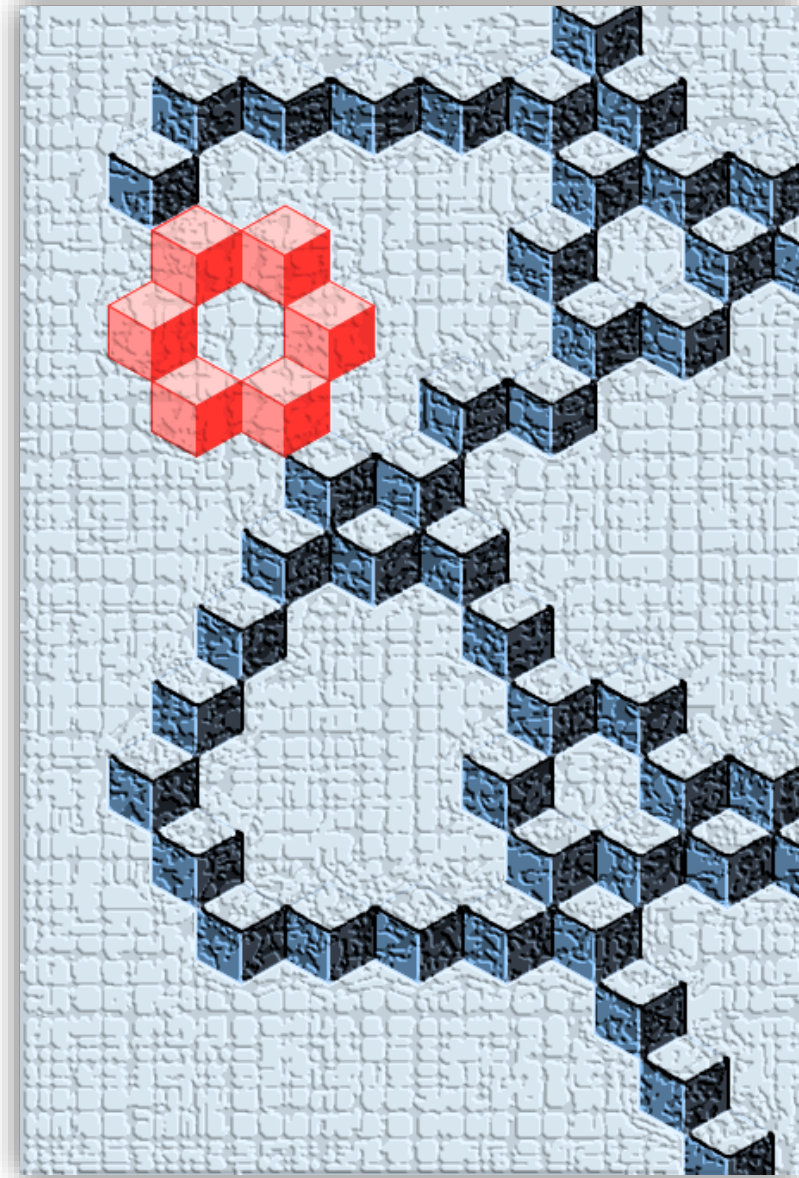


Source: WSPs SMR Rapport

Utval av olika värmeapplikationer för SMR-tekniker



° <https://www.nuscalepower.com/benefits/cost-competitive>
<https://www.utilitydive.com/news/advanced-nuclear-ge-hitachi-mwh-nuscale-smr-small-modular-reactor/630154/>



Source: WSPs SMR Rapport

Small Modular Reactors



On-grid SMRs

- 150 to 300 Mwe
- Reliable, baseload power
- Displace coal-fired generation
- Near term deployment; by the end of this decade

- GE-Hitachi BWRX-300



Advanced Reactors

- 10 to 150 Mwe
- Advanced reactors
- Heavy Industrial applications
- Expected to be deployed in mid-2030s

- ARC
- Moltex
- X-Energy



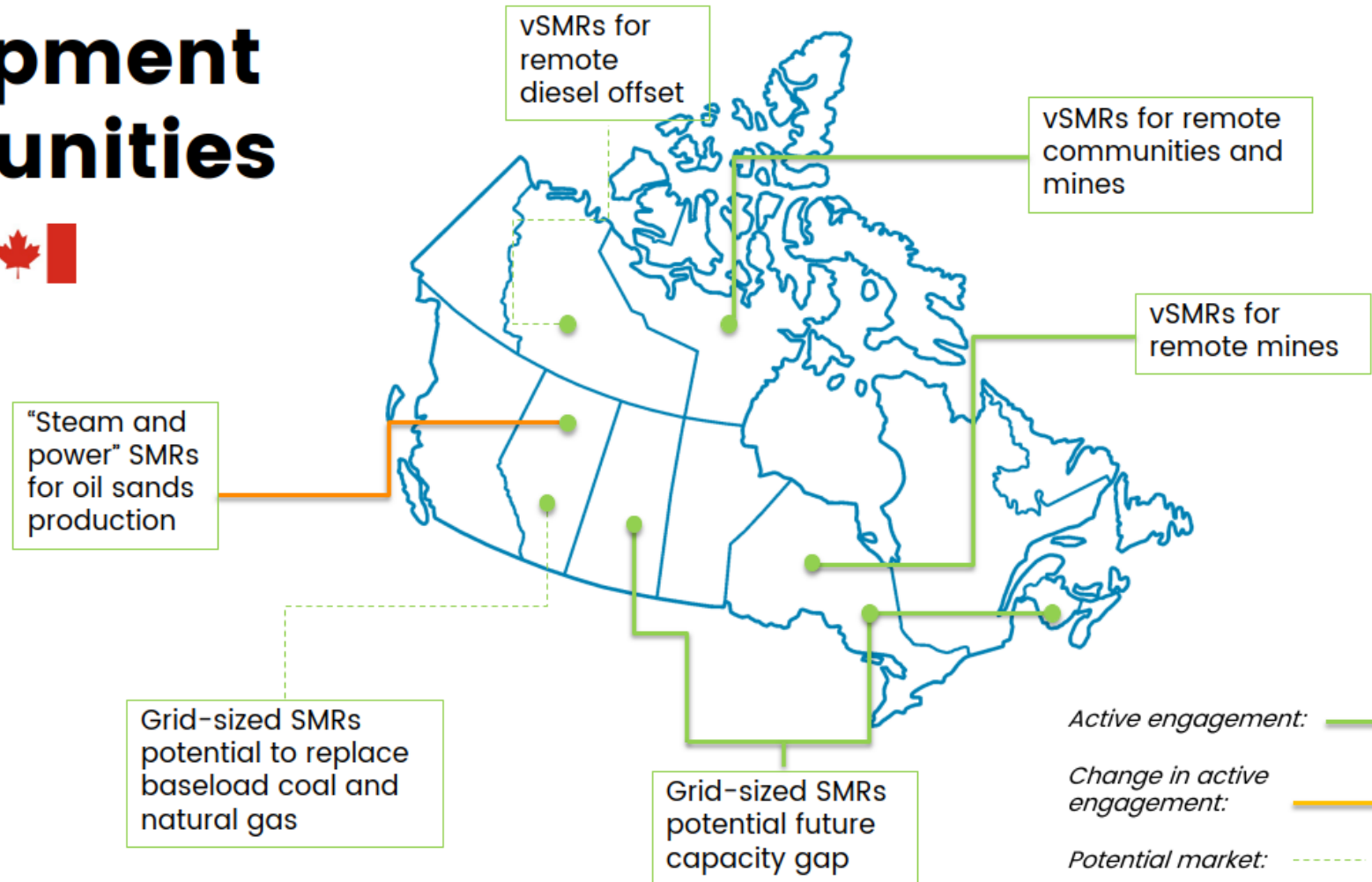
Off-grid SMRs

- 1 to 10 MWe
- Ideal for remote Industrial and off-grid communities
- Commercial demonstration in the mid/late 2020s.

- Global First Power MMR
- Westinghouse eVinci

Source: Ontario Power Group

Development Opportunities SMRs



p9

Technology Overview

GE Hitachi: BWRX-300

Designed for a 60-year operational life

~300 megawatt electrical (MWe)

Light water, boiling water reactor technology

Generation III+ Design

GEH SMR Technologies Canada is the Canadian division of the world-leading provider of reactor technology and nuclear services.

p11



Source: Ontario Power Group

VOYGR™ SMR plants

- the first and only small modular reactor (SMR) to receive design approval from the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC).
- The NuScale Power Module design is based on proven pressurized water-cooled reactor technology
- Developed to supply energy for electrical generation, district heating, desalination, commercial-scale hydrogen production and other process heat applications.

VOYGR™ SMR plants

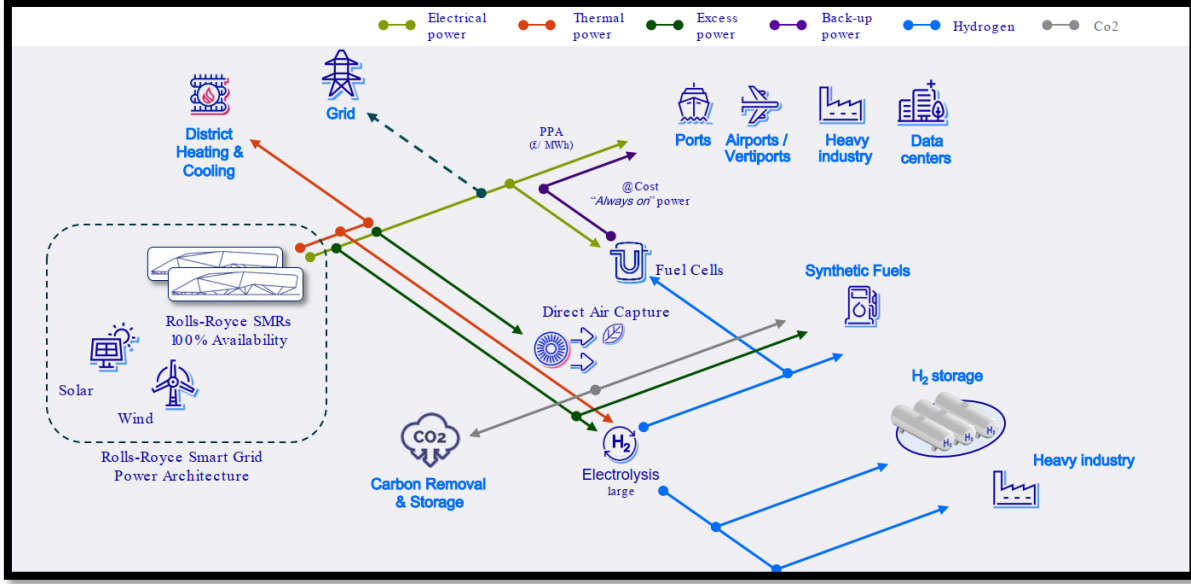
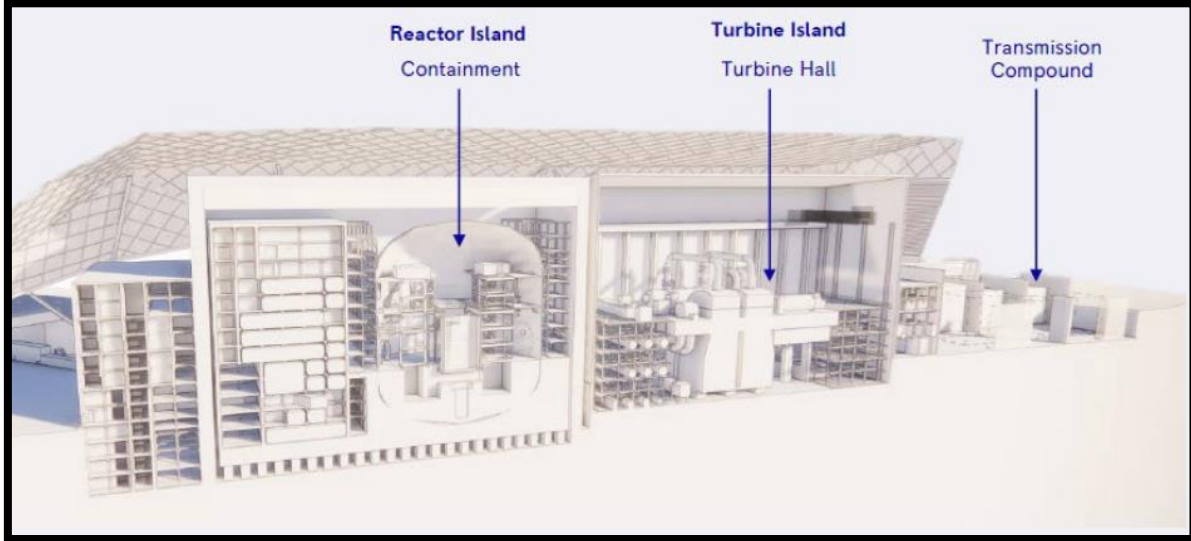
- VOYGR-12
 - 924 MWe (77 per module)
 - 0.05 square miles
- VOYGR-6
 - 462 Mwe (77 per module)
- VOYGR-4
 - 308 Mwe (77 per module)



Source: NuScale Power | Small Modular Reactor (SMR) Nuclear Technology

Rolls-Royce SMR

- A Rolls-Royce SMR power station will have the capacity to generate 470MWe of low carbon energy



Source: [Why Rolls-Royce SMR?](http://WhyRolls-RoyceSMR?) - [Rolls-Royce SMR \(rolls-royce-smr.com\)](http://Rolls-RoyceSMR.com)



NUWARD™ SMR plants

- NUWARD™ is a 340MWe SMR plant with two independent reactors (170MWe each) housed in a single nuclear building, optimizing the use of mutualized equipment.
- A fully integrated Generation III+ Pressurised Water Reactor, meeting the highest safety standards



- **Electrical power output:** 2 x 170 MWe
- **Thermal Power:** 2 x 540 MWth
- **Design service life:** 60 years
- **Instrumentation & Control:** Fully digital
- **Fuel assemblies in core:** 76 assemblies

Source: [The NUWARD™ SMR solution | EDF Group](#)

Advanced Reactors

X-Energy Xe-100



OPG and **XE** developed a framework agreement to evaluate opportunities to **deploy the Xe-100 for industrial applications** in Ontario, and support efforts to deploy across Canada.



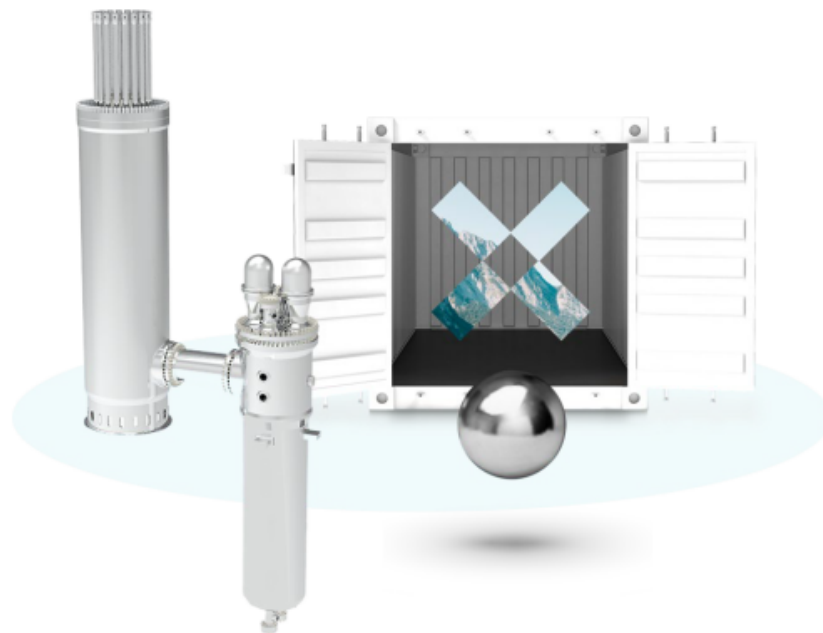
The **Xe-100 builds and improves** on decades of high-temperature gas reactor research, development, and operating experience.



One Xe-100 unit can generate up to **80 MW of electricity** from **200 MW of thermal power**.

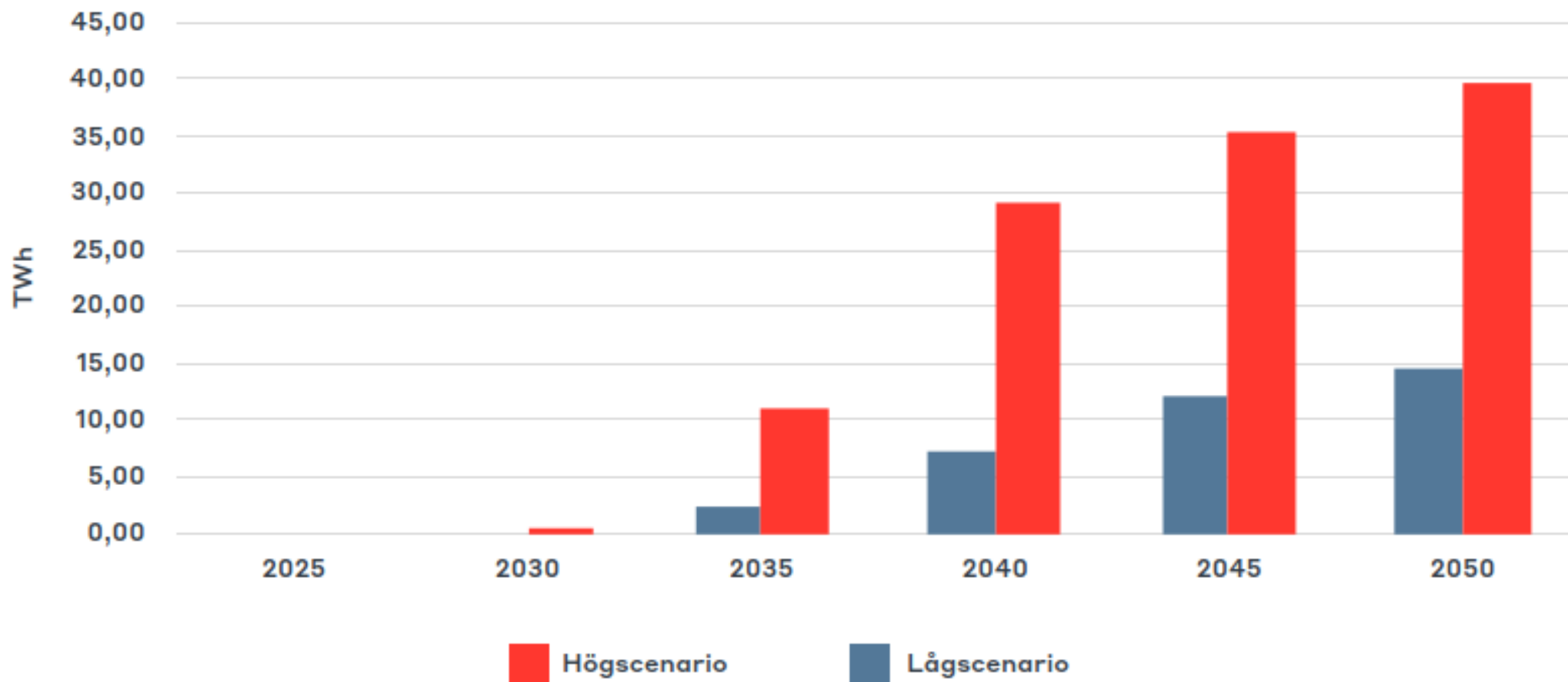


The Xe-100 can directly support heavy industry including **oil sands operations** and **mining applications**.



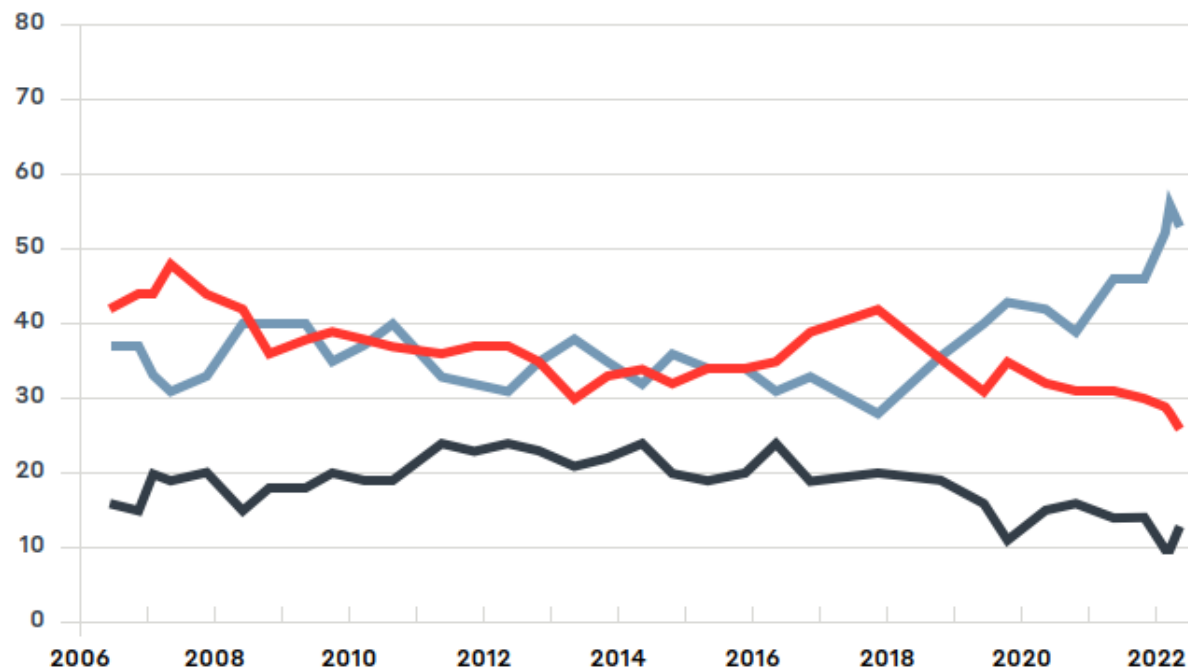
Source: Ontario Power Group

Scenariojämförelse – årlig elproduktion



Source: WSPs SMR Rapport

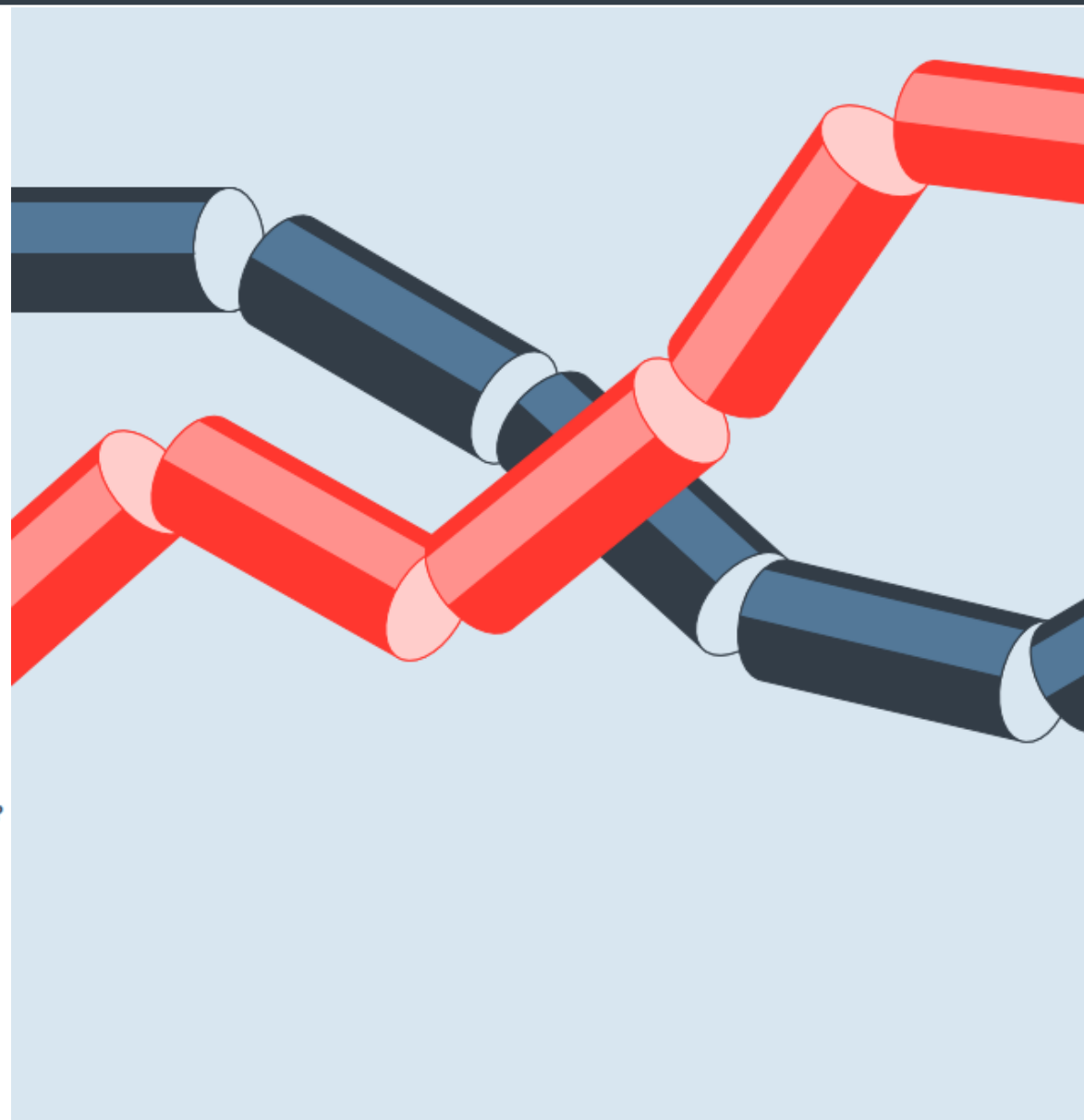
Kärnkraftsopinionen – Svenska allmänheten 2006-2022



Vilken är din personliga åsikt om den framtida användningen av kärnkraft som energikälla i Sverige?
Ska vi ...

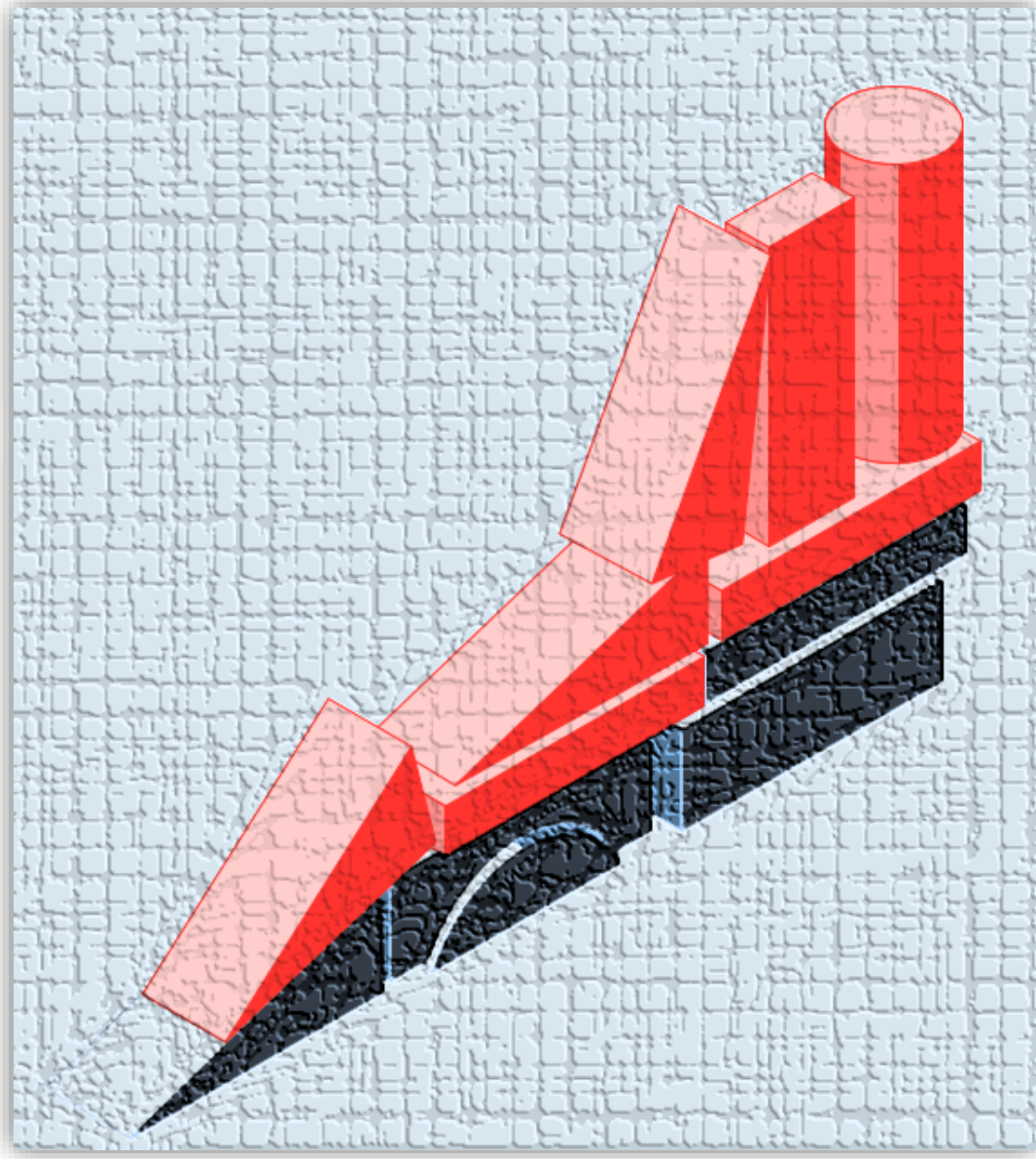
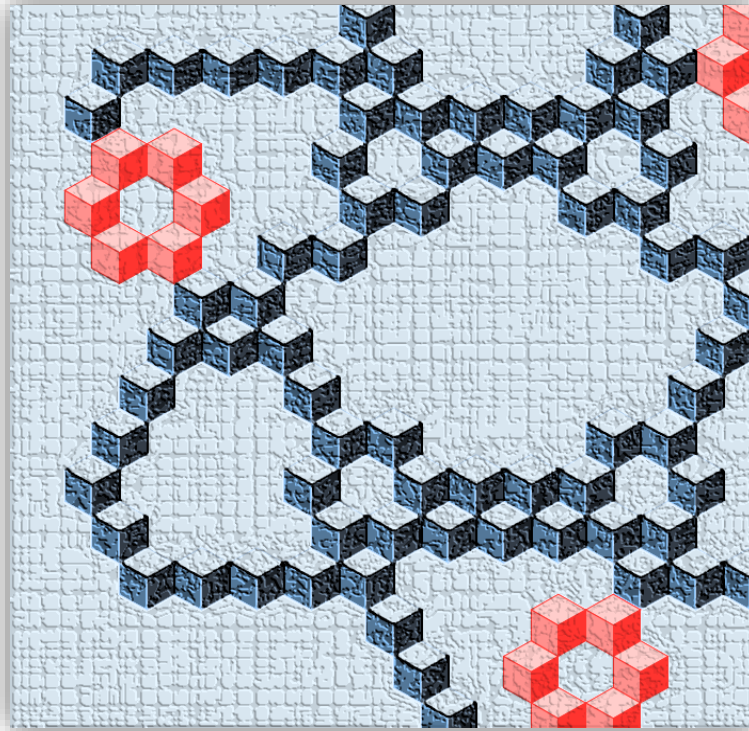
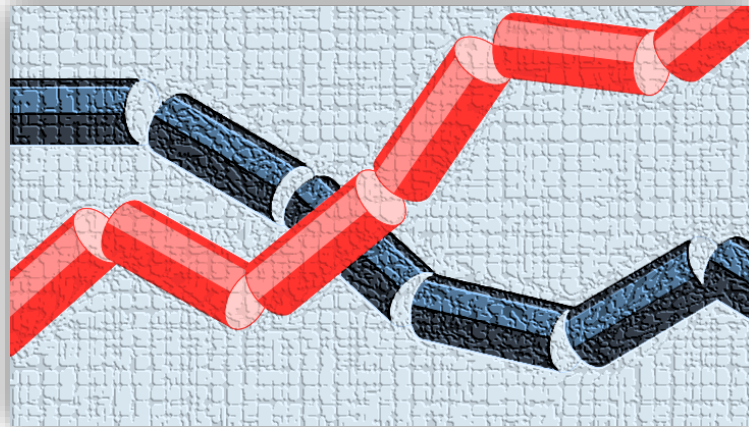
- Fortsätta använda kärnkraften och vid behov bygga nya reaktorer
- Fortsätta använda de kärnkraftverk som finns idag, men inte bygga några nya reaktorer
- Avveckla kärnkraften genom politiska beslut

Källa: analys.se/opinion



Source: WSPs SMR Rapport

- Vad är ett hållbart energisystem?
- SMR – vad är det?
- Vilken roll kan småskalig kärnkraft spela i ett hållbart energisystem?
- Slutsatser, och frågor



1 Framtida kärnkraft i Sverige

Den framtida svenska kärnkraftsflottan behöver sannolikt vara en kombination av SMR, ny storskalig och livstidslängsförlängning av befintliga verk. Att utnyttja befintliga verk är väldigt viktigt ur ekonomi och resursutnyttjandesynpunkt. Genom att satsa på flera olika typer av kärnkraftstekniker sprider det potentiella risker och gör att den nya kärnkraften kan användas så effektivt som möjligt.

4 Brist på kompetens och resurser

Brist på kompetens och resurser ska ej underskattas. Om vi ska ha möjlighet att införa SMR i Sverige är det av yttersta vikt att tidigt satsa på kompetensstärkande åtgärder för såväl energisystem i stort som kärnkraftskompetens i synnerhet.

2 Investeringsvilja

En politisk långsiktighet och konsensus kring kärnkraftens roll är nödvändig för att sänka investeringsrisken och möjliggöra konkurrenskraftiga villkor. En investering i en kärnreaktor, en stor reaktor såväl som en SMR innebär ett stort ekonomisk åtagande för de allra flesta aktörer och med långa återbetalningstider. För att genomföra en sådan investering behöver man ha en trygghet i att reaktorn kan operera under stabila omständigheter i många år utan att de ekonomiska förutsättningarna förändras varje ny mandatperiod.

3 SMR

SMR är ett mångsidigt fossilfritt alternativ för kraft- och värmeproduktion. Idag saknas förutsättningar för att SMR ska kunna byggas i Sverige på grund av bland annat:

- begränsning i lokalisering av nya reaktorer i Sverige och begränsning i antalet reaktorer som får vara i drift i Sverige
- avsaknad av erfarenhet vad gäller licensering av nya reaktorer, samt risk för komplexa och tidskrävande tillståndprocesser

En annan viktig fråga som kvarstår är även hur det radioaktiva avfallet skall tas om hand från SMR-anläggningarna. Svensk Kärnbränslehantering (SKB) bedriver sin verksamhet på uppdrag av de nuvarande kärnkraftverkens tillståndshavare och ägare. Om det blir fråga om en omfattande implementering av SMR behöver sannolikt stora investeringar göras i anläggningar för avfallshantering och slutförvar, utöver de som planeras och finns i drift idag.

Tack

Anna Nordling, anna.nordling@wsp.com