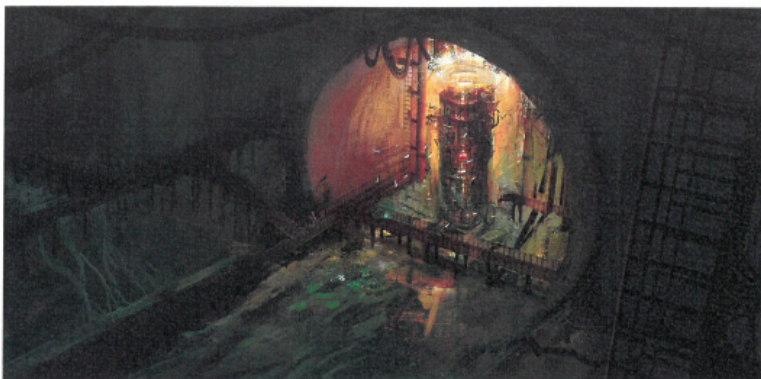




SINTEF

FRA EKSPERTENE: SINTEF

Innspill til Kjernekraftutvalget



Sånn kan man forestille seg et kjernekraftverk under bakken. Illustrasjon: Shutterstock

Hvem har hørt om kjernekraft under bakken?

Ingen andre enn de nærmeste naboene ville noen gang ha hørt om kjernekraftanlegget Fukushima - om det hadde vært plassert under bakken.

Eivind Grøv og
Sindre Log
SINTEF

Jordskjelvet og flodbølgen som forårsaket ulykken i 2011, ville trolig ikke ha skadet et underjordisk anlegg. Og fordelene ved å plassere anlegg i undergrunnen gjelder selvsagt ikke bare for kjernekraftverk, men for enhver type kritisk infrastruktur som storsamfunnet trenger.

Anleggsbransjen må bidra i det grønne skiftet

Under sin tale til det 169. stor-ting sa Hans Majestet Kongen «Vi trenger mye mer kraft, mer nett og mer enøk i årene fremover. Vi skal erstatte fossil med fornybar energi og sikre tilstrekkelig kraft til lave priser.»

Anleggs- og tunnelbransjen kan sitte på løsningen for utbygging av kraft og energi: nærmest uansett type energiproduksjon vil det å bruke undergrunnen kunne bidra til gode løsninger. Undergrunnsanlegg kan nok være dyrt i investering, men til gjengjeld langt sikrere mot ulike typer trusler, rimeligere i drift og med høyere driftssikkerhet enn anlegg på overflaten.

Vi skal ikke lete lenger enn til nærmeste vannkraftverk, forhåndslager eller olje- og gasslager langs kysten vår. For ikke å snakke om tållukstom. Et anlegg plassert 30-40-50 meter under overflaten er godt beskyttet mot naturkatastrofer som jordskjelv, flodbølger og storbranner samt en rekke andre typer hendelser på overflaten.

Simuleringer viste gode resultater for kjernekraft under bakken

En tolv år gammel studie (Ljor og Grøv 2013) tok for seg hvordan man skal plassere et kjernekraftverk under bakken og hvilke fordeler det gir med tanke på sikker og uavbrutt drift.

Det ble utført numeriske simuleringer for å vurdere hvordan bølgeforplantning og jordskjelvslast vil påvirke et kjernekraftverk plassert i et underjordisk anlegg. Resultatene ble forbløffende gode – det er svært liten påvirkning på et underjordisk anlegg som følge av jordskjelvslasten. Det ble benyttet en horisontal akselerasjon på 0,3 i modelleringen.

Dette funnet støtter vel opp under et par sentrale artikler om bergrom og tunnellers oppførsel når

de utsettes for jordskjelv. Artiklene dateres helt tilbake til 1978 og var pensum i særkurs ingeniørgeologi ved NTH for 40 år siden. Basert på inspeksjon av anlegg som hadde vært utsatt for jordskjelv, forteller disse artiklene i klartekst at under bakken er ethvert anlegg tryggere enn de som er plassert over bakken. Skadene som oppstår ved ordinære jordskjelv, er små.

Man må faktisk opp i PGA (peak ground acceleration) på 0,5 g eller høyere for at betydelige skader inntreffer, spesielt i situasjoner med uønskerte betongkonstruksjoner, som jo er en gammel dags byggeteknikk. Moderne armerte konstruksjoner tåler større belastninger.

Unntaket er om man legger underjordisk anlegget direkte i en forstyrrelsesone – men hvem i all verden ville finne på å gjøre det?

Støttes av nyere studier

Disse tidlige funnene er senere støttet av andre studier som har inspirert og kartlagt skader i undergrunnen etter jordskjelv.

Det finnes med andre ord både teoretiske beregninger og analyser, samt empiriske data som bekrefter den ekstra sikkerheten som et

underjordisk anlegg gir for et kjernekraftverk, eller andre underjordisk anlegg. Og om det så skulle finne sted en kollaps i driften av anlegget, er alt lukket hermetisk fra omgivelsene. Vi hadde sannsynligvis ikke heller ant hva Tsjernobyl var om det var plassert under bakken.

Vend blikket mot undergrunnen

Skal man bygge kjernekraftanlegg under bakken, så må vi videreutvikle kunnskap om både berget som byggemateriale og kjernekraft som kraftkilde. Vi har registrert at innlegg i byggeindustrien har sett på det arkitektoniske uttrykket man kan gi et kjernekraftverk plassert i dagen. Etter vår oppfatning er det en feil retning for en slik type anlegg – disse bør plasseres i undergrunnen. Å bygge i undergrunnen kan vår bransje mye om, men det vil kreve mer av oss om man skal kunne materialisere underjordisk anlegg for kjernekraft.

Referanse: Jakob Ljor og Eivind Grøv: Underground citing of nuclear stations. Kapittel i "Underground. The Way to the Future", CRC Press (2013)

Kjernekraft under bakken

Sjefforsker Eivind Grøv, SINTEF Community

Hvorfor denne kronikken akkurat nå?

- Kraftkrise som oppleves globalt – skal bli fossil-fri
- Befolkningsøkning, økende antall mega-cities
- Urolig og skarp geopolitisk situasjon
- Erfaring fra en rekke ulike typer berganlegg
- Fremtidens bruk av undergrunnen er i fokus

Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Innspill til Kjernekraftutvalget

Hvorfor under bakken?

- Trygt og sikkert, og operativt under krevende forhold
- Håndterer uønskede hendelser som sabotasje, terror & krigstrusler
- Upåvirket av naturkatastrofer som flom, tsunami, jordskjelv
- Kompetanse knyttet til bygging av store og kompliserte underjordsanlegg og masse erfaring fra store bergrom
- (Inne)Lukket system i tilfelle uhell – ingen spredning/lekkasje – berget utgjør også en barriere
- Ute av syne ute av minne – ikke i min bakgård



THE POSSIBILITY OF JOINT OPERATION
HYDRO AND NUCLEAR POWER PLANTS

(Underground space available for Small Modular
Reactors – SMRs)

Eivind Grøv
Jakob Løkar

Trondheim, March 2012



SINTEF

Innspill til Kjernekraftutvalget

Dette er ikke nye og revolusjonerende tanker

Konseptet er blitt sett på tidligere

Men kanskje rette tanker til rett tid nå

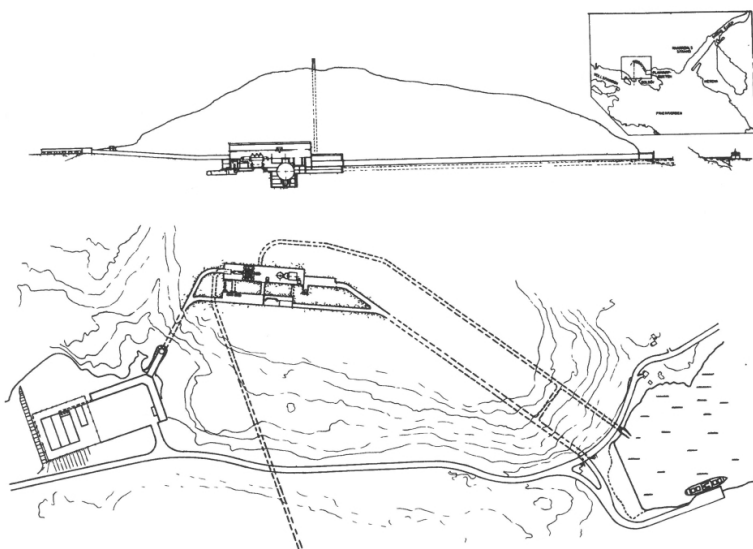


FIG. 1 500 MWe BWR. LAYOUT

Lucens reactor

The **Lucens reactor** was a 6 MW experimental nuclear power reactor built next to Lucens, Vaud, Switzerland. After its connection to the electrical grid on 29 January 1968, the reactor only operated for a year before it suffered an accident on 21 January 1969. The cause was a corrosion-induced loss of heat dispersal leading to the destruction of a pressure tube which caused an adjacent pressure tube to fail, and partial meltdown of the core, resulting in radioactive contamination of the cavern.^{[1][2][3][4]}

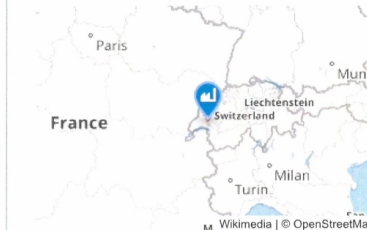
Description

In 1962 the construction of a Swiss-designed pilot nuclear power plant began.^{[1][5][6][7]} The heavy-water moderated, carbon dioxide gas-cooled reactor was built in a cavern.^[8] It produced 28 MW of heat, which was used to generate 6 MW of electricity, and it became critical on December 1966.^[1] It was fueled by

Lucens reactor



Control room of the Lucens reactor in April 1968



Official name

Versuchsatomkraftwerk

RSIS
S. RAJARATNAM
SCHOOL OF
INTERNATIONAL
STUDIES
Nanyang Technological University, Singapore

RSIS COMMENTARY

www.rsis.edu.sg

No. 074 – 10 May 2023

RSIS Commentary is a platform to provide timely and, where appropriate, policy-relevant commentary and analysis of topical and contemporary issues. The authors' views are their own and do not represent the official position of the S. Rajaratnam School of International Studies (RSIS), NTU. These commentaries may be reproduced with prior permission from RSIS and due credit to the author(s) and RSIS. Please email to Editor RSIS Commentary at RSISPublications@ntu.edu.sg.

The Way Forward for Underground Nuclear Reactors

By Alvin Chew

Teknologi for et bedre samfunn