

Nuklear brændselscyklus fra vugge til grav – accelereret teknologisk udvikling



Hans Ole Olsen

Den nukleare brændselscyklus gennemgår i disse år en accelereret teknologisk udvikling. Nye reaktortyper, avancerede brændsler og et skærpet fokus på ressourceudnyttelse, affaldsminimering og forsyningsikkerhed ændrer grundlæggende rammerne fra minedrift til håndtering og slutdeponering af brugt brændsel.

Denne præsentation er målrettet mennesker med en dybere interesse for kernekraft og giver et sammenhængende, men dog tilgængeligt “fra vugge til grav”-overblik over hele kæden: fundamental safety, urans minedrift, brændselsproduktion samt kvalificering og test af brændsel – illustreret med erfaringer og læring fra forsøgsaktiviteter. Derudover belyses, hvordan reaktormodellering og -simulering i stigende grad binder brændselsdesign, drift og sikkerhed samt skaber nye muligheder for optimering på tværs af brændselscyklussen. Et vigtigt nyt element er videreudviklingen af SMR-teknologier, som påvirker krav til brændsel, driftsstrategier og forsyningskæder. Præsentationen adresserer, hvordan udviklingen kan understøtte længere intervaller mellem revisioner og brændselsudskiftning, baseret på bedre forudsigelse af brændselsadfærd, mere robust drift og mere målrettet kvalificering.

Samtidig behandles de centrale valg og konsekvenser for affaldsminimering, længerevarende lagring af brugt brændsel samt muligheder og overordnede afvejninger ved blandt andet oxidering og reprocessering.

Afslutningsvis samles trådene i den langsigtede løsning: slutdeponering af brugt brændsel, herunder de vigtigste sikkerheds- og implementeringsspørgsmål, der i praksis afgør robustheden af hele brændselscyklussen.

Præsentationen er bevidst high-level og fokuserer på de vigtigste drivere, grænseflader og beslutningspunkter. Hvor det styrker forståelsen, indgår udvalgte tekniske nedslag som eksempler på, Safety Standards, lagring af brugt brændsel samt genbrug af brugt brændsel.

Om Hans Ole Olsen

Med afsæt i en solid uddannelsesbaggrund som civilingeniør (DTU) har Hans Ole opbygget dyb faglig ekspertise via FORCE Technology og senere FORCE Technology Sweden AB, hvor han har haft toproller som både CTO og CEO i et marked med 12 store kernekraftværker. Derudover har Hans Ole udført arbejde i mange andre lande i Europa og Amerika. Det peger på en kombination af teknologisk autoritet og dokumenteret eksekveringskraft i kommercielle og industrinære rammer.

Gennem engagementer i Institute for Energy Technology (IFE) har han bevæget sig ind i komplekse program- og porteføljeopgaver, særligt inden for nuklearområdet. Som program manager for både brugt brændsel samt korttidslager og affaldsbehandling indikerer profilen stærk erfaring med sikkerhedskritiske leverancer, risikostyring, myndigheds-/compliance-krav, interessenthåndtering og ledelse - typisk med mange grænseflader mellem teknik, drift, leverandører og myndigheder.

Samlet set er billedet af Hans Ole Olsen en seniorleder/teknologiprofil, der kan drive teknologisk strategi og samtidig levere store, komplekse programmer inden for energi og nuklear affaldshåndtering, hvor robusthed, dokumentation og sikkerhed er afgørende.

Praktiske oplysninger

Tid: Onsdag den 15. april 2026 kl. 17:00 – 19:00

Sted: Aalborg Universitet, Kroghsstræde 3, seminarrum 3.115, 9220 Aalborg Ø.

Pris: Kr. 175,00 for det fysiske møde - gratis for webinar.

Tilmelding:

Til det fysiske møde på Aalborg Universitet: <https://bit.ly/4q5CqSa>

Til webinar: Tilmelding skal ske på www.ida.dk, brug dette link: <https://bit.ly/3LzPuAe>

Er du ikke medlem af IDA, så blad ned til Tilmelding: Er du ikke medlem af IDA? For at kunne tilmelde dig, skal du oprette en brugerprofil.



Aalborg Foredragene

Folkeuniversitet Aalborg i samarbejde med IDA (Ingeniørforeningen i Danmark) og REO (foreningen Reel EnergiOplysning).

Nuklear brændselscyklus fra vugge til grav – accelereret teknologisk udvikling

Side 2.

Safety standards er ryggraden i brændselscyklussen

Fundamental Safety udgør ryggraden i brændselscyklussen ved at binde hele “fra vugge til grav”-kæden sammen i et konsistent sæt internationale sikkerhedsprincipper og krav. IAEA har en række guidelignes indenfor området. SF-1 fastlægger det fundamentale sikkerhedsmål og de overordnede principper (bl.a. ansvar, forsvar i dybden og løbende forbedringer), som alle efterfølgende krav skal kunne spores tilbage til.

På samfunds- og myndighedsniveau konkretiserer GSR Part 1 roller, ansvar og krav til den statslige, juridiske og regulatoriske ramme, mens GSR Part 3 (Basic Safety Standards) angiver de centrale strålebeskyttelseskrav for arbejdere, offentlighed og miljø på tværs af alle led i cyklussen.

For selve brændselscyklus-anlæggene omsætter SSR-4 de fundamentale principper til konkrete sikkerhedskrav gennem hele anlæggenes livscyklus (design, drift, ændringer og nedlukning), herunder krav til safety assessment, barrierer/indeslutning og robuste drifts- og ledelsessystemer.

Lagring af brugt brændsel

Lagring af brugt brændsel handler om at opbevare brændslet sikkert fra det tages ud af reaktoren, indtil det enten kan slutdeponeres eller (i nogle lande) sendes til reprocessering. Lige efter udtagning er brændslet både varmt og radioaktivt, så det kræver effektiv køling og god afskærmning.

Typisk starter lagringen i en brændselsspool på værket, hvor vandet både køler og skærmer mod stråling. Når varmen er faldet tilstrækkeligt, kan brændslet flyttes til tør lagring i robuste beholdere (casks/canisters). Her er sikkerheden baseret på flere uafhængige barrierer: selve brændslets keramiske struktur, brændselsstavens kapsling, en tæt canister samt en ydre cask/overpakning med afskærmning. IAEA anbefaler generelt, at indeslutningen sikres af mindst to uafhængige, statiske barrierer.

Under hele lagringsperioden arbejdes der systematisk med overvågning, vedligehold og dokumentation, så man kan påvise, at barriererne fortsat fungerer, og at brændslet forbliver håndterbart og sikkert – også ved længere lagringstider.

Genbrug af brugt brændsel

Reprocessering er en metode til at behandle brugt kernebrændsel, så man kemisk kan adskille materialer, der stadig kan udnyttes, fra de dele, der ender som affald. I praksis opløses brændslet under kontrollerede forhold, hvorefter især uran og plutonium kan separeres og i nogle lande genanvendes i nyt brændsel (fx MOX). Resten – de mest radioaktive fissionsprodukter og mindre aktinider – koncentrerer i en højaktiv affaldsstrøm. Formålet er typisk at udnytte ressourcen bedre og at ændre affaldets egenskaber (fx mindre volumen i den højaktive fraktion og mulighed for at styre varmeudvikling og sammensætning). Reprocessering fjerner dog ikke behovet for slutdeponering: der vil stadig være højaktivt affald, som normalt stabiliseres, ofte ved vitrifikation, og derefter skal lagres og slutdeponeres. Valget mellem “direkte deponering” og reprocessering er derfor en strategisk afvejning mellem ressourceudnyttelse, affaldsstrategi, økonomi, teknologi, transport/logistik og ikke-spredningshensyn.



Aalborg Foredragene

Folkeuniversitet Aalborg i samarbejde med IDA (Ingeniørforeningen i Danmark)
og REO (foreningen Reel EnergiOplysning).

11-01-2026/JPV