

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

## Nye emner innen nukleære fag



# Innhold

- RAD200 Nukleær industri, anlegg og aktiviteter (5 stp)
- RAD205 Atomberedskap (5 stp)
- RAD210 Radioaktivitet og strålevern (10 stp)
- RAD300 Nukleær dekommisjonering og miljøsanering (5 stp)
- RAD310 Radiokjemi og analyse av radionuklider (10 stp)
- RAD320 Radioaktivitet i miljøet (10 stp)
- RAD325 Eksperimentell radioøkologi (5 stp)



## RAD200 Nukleær industri, anlegg og aktiviteter (5 stp)

### Læringsaktiviteter:

- Forelesninger vil gi nødvendig bakgrunn for ulike kjernefysiske anlegg og aktiviteter og vil bli støttet av diskusjoner, øvelser (gruppe og individuell) og casestudier.
- Omvendt klasserom, der hjemme-studier av pensuminnhold etterfølges av presentasjoner og diskusjoner i klassen
- Bedriftsbesøk vil gi innsikt i de praktiske utfordringene ved miljøsanering og avvikling.
- Studentene skal gjennomføre sin egen analyse og vurdering av et valgt anlegg eller aktivitet og presentere et skriftlig arbeid og muntlig presentasjon for diskusjon i klasserommet.

### Læringsutbytte:

**Kunnskap:** Studentene skal forstå de ulike menneskeskapte og naturlige kildene til radionuklider som kan vekke bekymring fra et radiologisk synspunkt for publikum og/eller miljøet. Studentene skal forstå de ulike typene installasjoner og aktiviteter som kan gi opphav til denne bekymringen, og forstå opprinnelsen/kildene til de ulike radionuklidene (fisjon, nøytronaktivering osv.), deres tilstedeværelse i installasjoner, i materialer og i miljøet, og hvordan de kan gi opphav til eksponering for mennesker og/eller miljø.

**Ferdigheter:** Studentene skal kunne anvende grunnleggende prinsipper i kjernefysikk, og hvordan de forholder seg til driften av anlegg og de ulike typene radionuklider som slippes ut til miljøet. Studentene skal kunne sammenligne ulike kjernefysiske industrier, anlegg og radiologiske aktiviteter som kan kreve avvikling og miljøsanering, og knytte disse til ulike risikoer og miljøpåvirkninger som kan oppstå.

**Generell kompetanse:** Studentene skal kunne demonstrere kunnskap og forståelse for ulike atomindustrier, anlegg og radiologiske aktiviteter som kan kreve avvikling og miljøsanering. De vil lære å anvende kritisk tenkning i evalueringen av casestudier, samt å forberede og presentere teknisk og vitenskapelig arbeid, muntlig og skriftlig.

# RAD205 Atomberedskap (5 stp)

## Læringsaktiviteter:

- Forelesninger vil gi nødvendig bakgrunn for beredskap og vil være støttet av diskusjoner, øvelser (gruppe og individuell) og casestudier.
- Omvendt klasserom, der hjemmestudier av pensuminnhold etterfølges av presentasjoner og diskusjoner i klassen.
- Det vil gjennomføres en falsk ulykkesberedskapsøvelse, for å gi innsikt i de praktiske utfordringene ved beredskap. Studentene skal gjennomføre sin egen analyse og vurdering av en valgt casestudie og presentere et skriftlig arbeid og muntlig presentasjon for diskusjon i klasserommet.

## Læringsutbytte:

**Kunnskap:** Studentene skal forstå de ulike typene og faser av nukleære og radiologiske hendelser. Studentene skal forstå ulike tilnærminger til overvåking og respons på atomulykker, inkludert ikke-radiologiske påvirkninger på samfunnet, de ulike rollene til beredskapsaktører og viktigheten av kommunikasjon og interessentengasjement.

**Ferdigheter:** Studentene skal kunne analysere og klassifisere ulike radiologiske hendelser. De vil være i stand til å utføre grunnleggende vurderinger av mulige menneskelige og miljømessige påvirkninger og tilegne seg grunnleggende opplæring i interessentkommunikasjon. Gjennom analyse av virkelighetsorienterte casestudier, vil studentene være i stand til å anvende kunnskapen lært til praktiske anvendelser.

**Generell kompetanse:** Studentene skal kunne vise kunnskap og forståelse for de komplekse utfordringene atomberedskapen gir samfunnet. De vil lære å anvende kritisk tenkning i evalueringen av casestudier, samt å forberede og presentere teknisk og vitenskapelig arbeid, muntlig og skriftlig.



# RAD210 Radioaktivitet og strålevern (10 stp)

## Læringsaktiviteter:

- Forelesningene brukes til å utvikle grunnleggende forståelse av atomkjernen og strålingens natur, og hvordan vi kan benytte atomkjernens egenskaper til kvalitativ og kvantitativ analyse.
- Praktisk innføring i alle sentrale deler av pensum ved hjelp av laboratorieøvelser og problemløsningsøvelser (case studies).
- Skriftlige laboratoriejournaler og muntlige presentasjoner av problemstillinger.

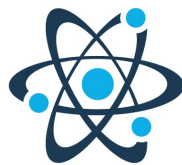
## Læringsutbytte:

**Kunnskap:** Studentene skal forstå radioaktive nuklidens egenskaper, inklusive halveringstid, stråletyper og radio-

toksisitet samt ha innsikt i ioniserende strålings biologiske effekter og effektivt strålevern. Studentene skal ha innsikt i målemetoder for alfa-, beta- og gamma-stråling til kvalitativ og kvantitativ analyse. Studentene skal forstå at radioaktivitet er et fenomen som mennesker alltid har vært utsatt for, at radioaktivitet kan benyttes til gode formål (krefertterapi) og at tiltak kan iverksettes for å redusere uønskede virkninger av radioaktiv stråling. Studentene skal også ha forståelse for at kunnskap er viktig for å redusere unødig angst og uro knyttet til radioaktivitet hos befolkningen.

Ferdigheter: Studentene skal kunne bruke strålevernprinsipper i arbeid med radioaktive tracere og forstå radiologiske målemetoder i eget arbeid. De skal etterfølge nødvendige lover og forskrifter i arbeid med åpne radioaktive kilder, samt forstå strålevernloven og dens forskrifter til bruk i eget arbeid.

Generell kompetanse: Emnet gir tillatelse til selvstendig bruk av åpne ioniserende strålekilder. Studentene skal kunne velge den best mulige radioaktive nukliden for sine studier ut ifra energi, halveringstid og egnethet. De skal kunne velge beste mulige måleteknikk, samt benytte de riktige strålevernprinsipper i eget arbeid. Studentene skal ved hjelp av case studier og laboratorieoppgaver kunne forberede og presentere teknisk og vitenskapelig informasjon, både muntlig og skriftlig.



## **RAD300 Nukleær dekommisjonering og miljøsanering (5 stp)**

### **Læringsaktiviteter:**

- Forelesninger etterfulgt av diskusjon, presentasjon, analyse og beslutning om reelle situasjoner, løsning av problemer valgt i klassen og andre utvalgte problemer for selvstendig studie.
- Gruppeoppgaver vil vurdere studentenes evne til å forstå casestudier innen dekommisjonering og miljøsanering, analysere, evaluere, konkludere og bestemme tilnærmingen som brukes for casestudier.

### **Læringsutbytte:**

Kunnskap: Studentene skal forstå situasjonene der dekommisjonering og miljøsanering (D&ER) gjelder. Studentene vil forstå de forskjellige stadiene av D&ER-prosjekter, inkludert mål, tekniske utfordringer, prosjektplanlegging og -ledelse, viktige regulatoriske veiledninger, samt koblinger til bredere spørsmål som bærekraft, involvering av interessenter og kommunikasjon.

Ferdigheter: Studentene vil være i stand til å definere og drøfte de kritiske trinnene i D&ER-prosjekter som karakterisering av forekomster, definisjonen av fremtidig bruk og endelig tilstand av forekomsten og demonstrere samsvar med lov- og forskriftskrav. De vil være i stand til å identifisere rammene for D&ER-situasjoner med grunnleggende strålebeskyttelsesprinsipper og eksponeringssituasjoner (f.eks. planlagte, eksisterende).

Generell kompetanse: Studentene skal kunne demonstrere kunnskap og forståelse for avvikling og miljøsanering i en flerfaglig sammenheng. De vil lære å bruke kritisk tenkning til evaluering av case-studier, og bygge på erfaringer fra tidligere. De skal også oppnå erfaring med å presentere og diskutere teknisk og vitenskapelig arbeid, muntlig og skriftlig.

# RAD310 Radiokjemi og analyse av radionuklider (10 stp)

## Læringsaktiviteter:

- Radiokjemi og målemetoder er et eksperimentelt fag hvor forelesninger og laboratorieøvelser er nøye integrert.
- Forelesningene brukes til å utvikle grunnleggende forståelse av hvordan vi kan benytte atomkjernens egenskaper til kvalitativ og kvantitativ analyse og nødvendigheten av radiokjemisk separasjon for å unngå interferenser.
- I laboratorieøvelsene vil det arbeides med relevant materiale fra miljøet, som skal karakteriseres og beskrives slik det vil gjøres ved et moderne radiologisk laboratorium. Studentene skriver labrapporter underveis.

## Læringsutbytte:

Kunnskap: Studentene skal ha kunnskap om de viktigste prinsipper for analyse og måling av gamma-, beta- og alfa-emitterende radionuklider, inkludert forskjellige radiokjemiske separasjonsmetoder. De skal vite hvilke radionuklider som bør analyseres i miljøet for risiko analyse og for «nuclear forensic», samt vite noe om radiokjemisk bruk i medisin og industri.

Ferdigheter: Studentene vil kunne benytte litteraturen til å selv lage best mulig prøvetakingsprogram og analyseprogram for miljøprøver. De får erfaring med forskjellige radiokjemiske separasjonsmetoder på laboratoriet.

Generell kompetanse: Studentene skal etter endt kurs kunne utføre prøvetaking, analysere og rapportere omfanget av radionuklider i en gitt case, og både muntlig og skriftlig kunne presentere resultatene.



# RAD320 Radioaktivitet i miljøet (10 stp)

## Læringsaktiviteter:

- Undervisnings- og læringsmetodikkene baseres på forelesninger etterfulgt av diskusjon, presentasjon, analyse og beslutning om reelle situasjoner, løsning av problemer valgt i klassen og andre utvalgte problemer for selvstendig studie.
- Gruppeoppgaver vil vurdere studentenes evne til å forstå casestudier innen radioøkologi, analysere, evaluere, konkludere og bestemme tilnærmingen som brukes for casestudier.
- Laboratorieøvelser med labrapport.

## Læringsutbytte:

Kunnskap: Studentene forventes å ha en oversikt over radioøkologi og innsikt i kilder til radioaktivitet, tilstandformer av radionuklider, mobilitet og transport i ulike økosystemer, biologisk opptak, effekter av ioniserende stråling på mennesker og miljø, samt vurderinger av konsekvenser og mottiltaksmetodikk knyttet til radioaktiv

nedfall. Studentene skal kunne vurdere risiko knyttet til ioniserende stråling fra ulike kilder på en objektiv måte.

**Ferdigheter:** Studentene vil kunne gjøre rede for eksisterende eller potensielle kilder til forurensning av radionuklider i miljøet, kildeterm og utslippsscenarioer knyttet til større nukleære hendelser, samt den påfølgende transporten i miljøet. Studentene vil også kunne estimere overføring av radionuklider til biota, inkludert mennesker samt beregne eksponering og doser av ioniserende stråling, og foreta enkle vurderinger av de mulige biologiske effekter og risiko.

**Generell kompetanse:** Studentene skal ha en kompetanse som gjør det mulig for vedkommende å bidra til nasjonal atomberedskap og dekommissioneringsaktiviteter knyttet til eksisterende eller potensiell radioaktiv forurensning i miljøet. Studentene skal kunne demonstrere kunnskap og forståelse for radionuklidens atferd i miljøet i en tverrfaglig sammenheng. De vil lære å anvende kritisk tenkning i evalueringen av casestudier, ved å bygge videre på erfaringer fra tidligere forurensningssituasjoner. I tillegg vil de oppnå erfaring med å presentere og diskutere teknisk og vitenskapelig arbeid, både muntlig og skriftlig.



## **RAD325 Eksperimentell radioøkologi (5 stp)**

### **Læringsaktiviteter:**

- Forelesninger.
- Laboratorieøvelser med labrapport.

### **Læringsutbytte:**

**Kunnskap:** Studentene skal få en oversikt over radioøkologi og innsikt i hvordan man identifiserer kilder til radioaktiv forurensning, samt hvordan man bestemmer radionuklidens tilstandsformer, mobilitet og transport i ulike økosystemer, biologisk opptak, effekter av ioniserende stråling på mennesker og miljø, samt konsekvensvurderinger og metoder for mottiltak knyttet til radioaktiv nedfall. Studentene forventes å kunne vurdere risikoene knyttet til ioniserende stråling fra ulike kilder på en objektiv måte.

**Ferdigheter:** Studentene skal kunne planlegge, gjennomføre og rapportere om eksperimentelle radioøkologiske studier, som inkluderer bruk av sporstoff- og spesieringsteknikker. Studentene skal også kunne vurdere egnede metoder for å bestemme aktivitetskonsentrasjoner, tilstandsformer og kilder til radionuklider i miljøprøver, samt utføre doseberegninger.

**Generell kompetanse:** Studentene skal ha en kompetanse som gjør det mulig for vedkommende å bidra til nasjonal atomberedskap og dekommissioneringsaktiviteter ved gjennom eksperimentelle fremgangsmåter i laboratoriet og i felt å skaffe, eller gi råd om dette, informasjon som bidrar til konsekvens og risikovurderinger knyttet til radioaktiv forurensning.