

## 2.5 AKVAKULTUR

Studiet vedtatt opprettet av AVHs Høgskolestyre 28. mars 1985 som prøveordning i 3 år og vedtatt som regulært studium 23. juni 1988. Studieplanen vedtatt av Fakultetsrådet til Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 30. april 1985 og sist endret av Fakultetsstyret til Fakultet for kjemi og biologi 10. januar 1997.

### **Akvakultur i Trondheim**

Trondheim har en rekke fagmiljøer som driver høyere undervisning og forskning rettet mot økonomisk utnyttning av biologiske ressurser i vann. Ved siden av at Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har et bredt tilbud av relevante realfagsemner og teknologiske emner, så har NTNU også en rekke biologiske og bioteknologiske fagmiljøer med høy kompetanse innen viktige felter for forskning og utvikling i akvakultur. Det gjelder spesielt for Botanisk institutt, Zoologisk institutt, Trondhjem biologiske stasjon (Vitenskaps- museet), Institutt for bioteknologi og SINTEF. Samtidig har NTNU nære faglige forbindelser til bl.a. forskningsmiljøet ved Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Akvaforsk, avdeling Sunndalsøra.

Fakultet for kjemi og biologi, NTNU, tilbyr et cand.scient.-studium i akvakultur. Studiet varer i 5 år og fører fram til en cand.scient.-grad i akvakultur. Det består av et grunnstudium (3 1/2 år) som må gi cand. mag.-grad og et hovedfagsstudium (1 1/2 år).

### **Yrkesmuligheter**

Gjennom studietilbudet i akvakultur tar en sikte på å utdanne kandidater til stillinger både innen den private og offentlige sektor med spesialkompetanse innenfor de fagområder som særpreger Trondhjemsmiljøet m.h.t. akvakultur i nasjonal sammenheng.

Studiet kan kvalifisere for oppgaver innen bl.a.:

- forsknings- og utviklingsarbeid i offentlige og private institusjoner og bedrifter
- undervisning og veiledning på universitets/høgskolenivå
- undervisning i yrkesfaglig studieretning i den videregående skolen
- forvaltning.

I tillegg til at undervisningen gir et tilbud til universitetets ordinære studenter, er studiet vel egnet som videreutdanning fram til cand.scient.-/dr.scient.-nivå for studenter med kortere og/eller mer yrkesrettet utdanning fra andre læresteder. Dette gjelder særlig studenter med 3-årig utdanning i akvakultur fra

statlige høyskoler, men også annen utdanning kan være relevant i denne sammenheng.

### Studiegrunnlag

Studiet bygger på kunnskaper tilsvarende nest høyeste nivå i fagene kjemi, biologi og matematikk allmennfaglig studieretning i den videregående skolen.

## 2.5.1 EMNEOVERSIKT

AK 101	Vannkjemi og oseanografi	3 vt.
AK 102	Lovverk og forvaltning innen fiske og akvakultur	1 vt.
AK 103	Grunnkurs i akvakultur	5 vt.
AK 201	Mikrobiologi/parasittologi/ patologi	3 vt.
AK 300	Radioimmunologiske måleteknikker (RIA-system)	3 vt.
AK 301	Fórorganismer for marin yngelproduksjon	3 vt.
AK 304	Fiskens miljøkrav	4vt.
AK 305	Fiskens utviklingsbiologi	3 vt.

## 2.5.2 GRUNNSTUDIET

Grunnstudiet skal tilfredsstillende de krav som stilles for cand.mag.-graden i h.h.t. kapittel 1.7.3 og 8, og danner det faglige og formelle grunnlaget for en videre spesialisering i hovedfagsstudiet (cand.scient.-studiet). Grunnstudiet omfatter følgende obligatoriske emnekombinasjon (de enkelte emnene er nærmere beskrevet i de respektive fags studieplaner) :

Biologiske emner (20 vt. - godkjent emnegruppe)

BI 110	Cellebiologi/genetikk	4 vt.
BI 120	Fysiologi	5 vt.
BI 130	Økologi m/evolusjon	3 vt.
BO 100	Botanisk artslære	3 vt.
ZO 100	Faunistikk I	3 vt.
ZO 140	Etologi I	2 vt.

*Akvakulturemner og biologiske emner (16 vt.)*

AK 101	Vannkjemi/oseanografi	3 vt.
AK 102	Lovverk/forvaltning innen akvakultur	1 vt.
AK 103	Grunnkurs i akvakultur	5 vt.
AK 201	Mikrobiologi/parasittologi/ patologi	3 vt.
BI 230	Økologi II	4 vt.

*Andre realfagsemner (10 vt.)*

K 100	Generell kjemi	5 vt.
K 260	Biokjemi (eller tilsv.) og K 261	5 vt.
Innføringsemne/Examen philosophicum		
Anbefalte/valgfrie emner		19 vt.
<i>Tilsammen 65 vt pluss innføringsemne/examen philosophicum</i>		

Emnet BI 230 kan erstattes av det tidligere emnet AK 200 Akvatisk økologi. Etter søknad til fakultetet kan det gis fritak fra deler av denne emnekombinasjonen på grunnlag av annen tilsvarende utdanning. Retningslinjene for innpassing er beskrevet i kapittel 1.6.

Sammensetningen av de anbefalte/valgfrie vektall avhenger av hvilken type hovedoppgave som velges. Valg av emner skal derfor skje i samråd med veileder(e), men de anbefalte/valgfrie emnene skal normalt velges blant følgende emner:

BI 210	Cellebiologi m/immunologi	4 vt.
BI 211	Genetikk	3 vt.
BI 270A	Miljøforstyrrelser i biologiske system	3 vt.
BO 220	Plantefysiologi II	4 vt.
ZO 150	Funksjonell anatomi	3 vt.
ZO 151	Histologi	2 vt.
ZO 220	Zoofysiologi	4 vt.
ZO 240	Etologi II	4 vt.
K 120	Organisk kjemi	5 vt.
K 140	Fysikalsk kjemi	5 vt.
MA 001	Brukerkurs i matematikk	5 vt.
<i>eller</i>		
MA 100	Grunnkurs i analyse	5 vt.
S 001	Biostatistikk	5 vt.
<i>eller</i>		
S 101	Sannsynlighetsregn. og stat. metoder	5 vt.
<i>eller</i>		
SIB 1	Statistikk for samfunnsvitere	3 vt.
IT 021	Brukerkurs i informatikk	4 vt.
<i>eller</i>		
IT 100	Informatikk basisfag	4 vt.
Økonomi		2 vt.
63013	Akvakulturteknologi	3 vt.

Andre emner kan inngå hvis de er spesielt relevante for den aktuelle hovedoppgave, men slike emner må i hvert tilfelle godkjennes av instituttets organer.

### 2.5.3 HOVEDFAGSSTUDIET (CAND.SCIENT.-STUDIET)

#### **Innholdet i hovedfagsstudiet**

Hovedfagsstudiet består av:

- A. en skriftlig sammenfatning av en forskningsoppgave (hovedoppgave) tilsvarende en normert arbeidsmengde på 20 vt. (ett års fulltids studier)
- B. avanserte emner og/eller spesialpensa tilsvarende minst 10 vektall.

Planlegging og utforming av forskningsarbeidet som skal lede fram til hovedoppgaven må skje i samråd med faglige veiledere, og det anbefales å ta kontakt med aktuelle veiledere på et tidlig stadium av studiet.

Botanisk eller Zoologisk institutt skal godkjenne studieopplegget før arbeidet med hovedoppgaven påbegynnes, og godkjenningen skal omfatte:

- de avanserte emner/spesialpensa som skal inngå i hovedoppgaven
- opplegg og innhold for hovedoppgaven
- faglige veiledere
- ressursbehov.

Et videre studium kan føre fram til graden dr.scient., som oppnås på grunnlag av en godkjent vitenskapelig avhandling og eksamen i ett eller flere emner og/eller spesialpensa.

Når den vitenskapelige avhandling er en videreføring av hovedoppgaven, skal dr.-graden ha et omfang som svarer til 4 semestres arbeid.

#### **Opptak til hovedfagsstudiet**

De formelle kravene for opptak til hovedfagsstudiet er beskrevet i kapittel 1.7.5 og forutsettes kjent. Alle kravene i grunnstudiet (se kapittel 2.5.2) må oppfylles, men de faglige forkunnskapskravene for *opptak* til hovedfagsstudiet i akvakulturer er bl.a. følgende tre punkter :

- A) Godkjent emnegruppe i biologi (20 vt.)
- B) Obligatoriske akvakulturemner (16 vt.)
- C) K 100 (5 vt.)

Emner under pkt. A) og B) utgjør beregningsgrunnlaget for gjennomsnittskarakteren ved opptaket. Ved siden av NTNU's eget grunnstudium i akvakultur kan også tilsvarende studier fra andre institusjoner danne grunnlag for opptak.

*NB!*

*Studenter som har ekstern utdanning må søke fakultetet om å få innpasset denne i god tid før søknadsfristen (se kapittel 1.6).*

### **Hovedfagsoppgaven**

Arbeidet med hovedfagsoppgaven kan bli utført ved et av de biologiske instituttene eller ved andre fagmiljøer innen NTNU, eller ved eksterne institusjoner, da under faglig veiledning av forskere ved vedkommende avdeling/institusjon.

Hovedfagsarbeidet vil som regel inngå som del av eller i tilknytning til veilederens eget forskningsarbeid, og oppgavemulighetene vil derfor i en stor grad bestemmes av hvilke forskningsprosjekter som er i gang ved de ulike fagmiljøene. Som eksempel på fagområder som for tiden kan være aktuelle i forbindelse med hovedoppgaven kan nevnes:

- Laksefiskenes fysiologi, spesielt tilpasninger til miljøendringer.
- Fysiologiske studier på andre dyr som er aktuelle i oppdretts-sammenheng.
- Utvalg av laksefiskestammer for ulike oppdrettsforhold (Fysiologiske "raser).
- Optimalisering av miljøforholdene (temperatur, O<sub>2</sub>, salinitet) ved klekking av fiskelarver.
- Forbedring av smoltkvalitet (fysiologiske kriterier for riktig utsettingstidspunkt) Oppdrett av smolt i naturlige miljø.
- Produksjon av smolt hos laks og sjøaure.
- Adferd hos fisk.
- Algedyrking.
- Algeforgiftning.
- Forurensning i tilknytning til oppdrettsanlegg.
- Kultivering av fiskevann.
- Yngelproduksjon av saltvannsfisk.
- Utviklingsbiologi hos fisk.
- Egg- og larvekvalitet hos saltvannsfisk (særlig i forbindelse med miljøpåvirkning).
- Morfologiske/cellebiologiske studier av fiskelarver (fordøyelsesmekanismer, effekter av fôrregime og miljø, etc.).
- Økologiske tilpasninger hos marine fiskeegg og -larver.

Flere mindre arbeider kan godkjennes som hovedoppgave når disse innholdsmessig utgjør et hele. Del av felles arbeid kan godkjennes etter "Regler for bruk av fellesarbeid som hovedoppgave til cand.scient.-grad.

**Avanserte emner**

Som del av hovedfagsstudiet inngår også avanserte emner/spesialpensa som hartilknytning til hovedoppgaven. Denne delen av studiet kan omfatte:

- avanserte emner i akvakultur
- avanserte emner i biologiske fag (se nærmere beskrivelse av emner i studieplanene for cand.scient.-grad i botanikk, zoologi og marin biologi).
- avanserte emner i andre realfag (det vises til aktuelle studieplaner).
- emner fra sivilingeniørstudiet (se studieplan for sivilingeniørstudiet).
- spesialkurs, -seminarer o.l. som kan være gjenstand for evaluering
- teoretisk pensum.

Emner fra eksterne undervisningsinstitusjoner kan etter søknad godkjennes somdel av de 10 vektall. Utvelgelse av avanserte emner foretas i samråd med veileder og må godkjennes av Zoologisk eller Botanisk institutt.

**Hovedfagseksamen**

De generelle vilkårene for oppmelding til avsluttende hovedfagseksamen er beskrevet i kapittel 1.7.6 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.6 kjent.

Før oppmelding til avsluttende cand.scient.-eksamen må studenten tilfredsstillende kravene til grunnstudiet i akvakultur i h.h.t. kapittel 2.5.2, enten ved å ha oppnådd cand.mag.-graden eller etter søknad til fakultetet ha blitt innvilget fritak for cand.mag.-graden. For å få adgang til siste prøve til hovedfagseksamen, må hovedoppgaven være innlevert. Eksamen består av:

- a) bedømmelse av hovedoppgaven
- b) muntlig prøve som omfatter eksaminasjon i de avanserte emner/spesialpensa som ikke tidligere har blitt evaluert (minimum 1 vektall), samt diskusjon av hovedoppgaven.

Det gis karakter for hvert av emnene/spesialpensa som inngår i eksaminasjonen. For hovedoppgaven gis det en karakter hvor det skal tas hensyn til diskusjonen under pkt. b.

**2.5.4 EMNEBESKRIVELSER**

Emner med BI- og ZO-koder er beskrevet i studieplanen for biologi. Emner med K-koder er beskrevet i studieplanen for kjemi. Emner med IT-koder er beskrevet i studieplanen for informatikk. Emner med S-koder er beskrevet i studieplanen for statistikk.

Emner med MA-koder er beskrevet i studieplanen for matematikk. Sivilingeniørstudiets emner er beskrevet i studiekatalogen for sivilingeniørstudiet. Det tas forbehold om endringer i sivilingeniørstudiets studieplan. Laboratoriekurs og feltundervisning er normalt obligatorisk og må være tilfredsstillende gjennomført før eksamen kan avlegges. Eksaminasjonen kan også bli knyttet til preparater og annet materiale som er benyttet i undervisningen. Dato for eksamen er oppgitt i kapittel 10. I de emner det ikke er fastsatt eksamensdag, vil eksamen bli muntlig prøve som fastsettes senere.

Ved overgangen til nytt studentdatasystem (FS) tar NTNU i bruk nye emnekoder. Disse skal tidligst brukes ved registrering/eksamensmelding høsten 1997. Endringene for de nedenforstående emnene vil i praksis bli at de gies prefikset MN K, slik at første emnet nedenfor blir hetende MN K AK 101 Vannkjemi/oseanografi. Se kapittel 1.10 for ytterligere informasjon

### *Emner i grunnstudiet*

#### **AK 101 Vannkjemi/oseanografi, 3 vektall**

Varighet: 1 semester (vår).  
Opptakskrav: Godkjent laboratoriekurs i K 100  
Forelesninger: 30 timer.  
Laboratoriekurs: 1 uke, obligatorisk.  
Ekskursjon: 1 dag, obligatorisk.  
Eksamenskrav: Godkjente laboratoriekurs og ekskursjon.  
Eksamen: Skriftlig (5 timer).

Deler av undervisningen er felles med K 270. Emnet gir en elementær innføring i naturlige kjemiske prosesser i vann. Delkurset omfatter deskriptiv fysisk oseanografi av fjord- og kystområder, dvs. fysiske prosesser samt målemetoder og fortolkning av data vedrørende bølger, strøm, temperatur, is og forurensninger (kloakk, tungmetaller, nitrogen og olje). Regneoppgaver legger vekt på grove vurderinger av miljøforhold for dimensjonering og lokalisering av oppdrettsanlegg.

#### **AK 102 Lovverk/forvaltning innen fiske og akvakultur, 1 vektall**

Varighet: 1 semester (høst).  
Forelesninger: 20 timer.  
Eksamen: Skriftlig (4 timer).

Det gis en innføring i de viktigste prinsipper som legges til grunn ved fortolkning av lover. Emnet omhandler lover og bestemmelser som er aktuelle i forbin-

delse med akvakultur, spesielt lov om bygging m.v. av anlegg for klekking av rogn og for oppdrett av fisk og skalldyr (1981) med tilhørende forskrifter m.v. Det gis også en kort innføring i forvaltningsloven og offentlighetsloven.

### **AK 103 Grunnkurs i akvakultur , 5 vekktall**

Varighet: 1 semester (vår).  
Opptakskrav: BI 110, BI 120, BI 130  
Forelesninger: 60 timer.  
Laboratoriekurs: 10 timer (2 dager), obligatorisk.  
Ekskursjoner: 4 dager, obligatorisk.  
Eksamenskrav: Godkjente laboratoriekurs og ekskursjoner.  
Eksamen: Skriftlig (7 timer).

Det blir gitt en innføring i praktiske og forskningsmessige aspekter i fiskeoppdrett, kulturbetinget fiske, skjelldyrking og kultivering av andre akvatiske organismer. Dette vil blant annet omfatte problemstillinger av betydning for yngelproduksjon, matfiskoppdrett, oppdrettsteknologi, miljø, økonomi, produktutvikling og markedsføring. Det vil også bli gitt en kort innføring i organisasjonsstrukturen i næringen.

### **AK 201 Mikrobiologi/parasittologi/patologi , 3 vekttall**

Varighet: 1 semester (høst).  
Opptakskrav: BI 110  
Forelesninger: 30 timer.  
Laboratoriekurs: 30 timer, obligatorisk.  
Eksamenskrav: Godkjent laboratoriekurs.  
Eksamen: Skriftlig (5 timer).

Laboratoriekurs godkjennes på grunnlag av journal. Emnet vil omfatte mikroorganismers systematikk og biologi. Det vil videre bli gitt en innføring i deviktigste parasitter og de sykdommer som har størst betydning i oppdretts-sammenheng.



*Avanserte emner***AK 300 Radioimmunologiske måleteknikker (RIA-system) , 3 vektall**

Varighet:	4 uker (høst).
Forelesninger:	30 timer.
Lab.kurs:	30 timer, obligatorisk.
Eksamenskrav:	Godkjent laboratoriekurs.
Eksamen:	Muntlig eller 5 timer skriftlig.
Karakter:	Bestått/ikke bestått.

Gjennom teori og laboratorieøvelser vil en søke å belyse relevante biologiske problemstillinger som f.eks. "Stresspåvirkning og biologisk betydning[quotdbr] og "Biologiske rytmer - virkemåter og målbarhet[quotdbr]. Samtidig vil kurset gi den nødvendige innføring i oppbygging, virkemåte og bruk av gamma- og betatellere samt strålevern og eksisterende regler for bruk av radioaktive nuklider.

**AK 301 Fórorganismer for marin yngelproduksjon, 3 vektall**

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesninger:	30 timer.
Lab.kurs:	25 timer, obligatorisk.
Eksamenskrav:	Godkjent laboratoriekurs.
Eksamen:	Muntlig eller 5 timer skriftlig.

Emnet behandler alger og dyreplankton som benyttes som fór ved startfóring av marine fiskelarver. Det gis en innføring i artenes fysiologi og vekstkinetikk, samt dyrkingsteknikk for storskala produksjon av artene. Emnet omfatter praktiske øvelser i dyrking av alger og dyreplankton i storskala systemer.

**AK 304 Fiskens miljøkrav, 4 vektall**

Varighet:	1 semester (vår).
Forelesninger:	60 timer.
Eksamen:	Muntlig eller 6 timer skriftlig.
Eksamensdato:	Som for ZO 333 ved skriftlig eksamen.

Emnet gir en innføring i fiskeøkologi med vekt på individuelle responser til miljøendringer, populasjonsregulering, vekstprosesser og livshistorievariabler. Emnet gir også en innføring i de krav fisken stiller til miljøet, og derved minimumskravene til akvakultur i både ferskvann og saltvann. Emnet behandler også genetikk og sammenhenger mellom miljøendringer og genetikk.

**AK 305\* Fiskens utviklingsbiologi , 3 vekttall**

Varighet: 1 semester (vår).

Forelesninger: 25 timer.

Lab.kurs: 30 timer, obligatorisk.

Eksamenskrav: Godkjent laboratoriekurs.

Eksamen: Godkjent lab.journal. Skriftlig (5 timer) eller muntlig.

Emnet skal gi en innføring i prinsipper for formering, livssyklus, gametogenese, befruktning og delingstyper. Fiskenes embryonalutvikling, tidlige livsstadier og fiskelarvenes funksjonelle utvikling blir gjennomgått og sammenlignet med andre dyregrupper. Ulike reproduksjonsstrategier og hvilke følger dette får for de tidlige livsstadiene blir drøftet. Betydningen av hvilke naturlige miljøforhold organismene er tilpasset i forhold til deres miljøkrav og følsomhet for ytre faktorer blir belyst, og satt i sammenheng med tilpasning til kultivering.