

## 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 16. desemberr 1998.

### Akvakultur i Trondheim

Trondheim har en rekke fagmiljøer som driver høyere undervisning og forskning rettet mot økonomisk utnyttning av biologiske ressurser i vann. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har et bredt tilbud av relevante realfagsemner og teknologiske emner og 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. NTNU har også 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 legges opp slik at det gir 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

MNK AK 101 Vannkjemi og oseanografi	3 vt.
MNK AK 102 Lovverk og forvaltning innen fiske og akvakultur	1 vt.
MNK AK 103 Grunnkurs i akvakultur	5 vt.
MNK AK 201 Mikrobiologi/parasittologi/ patologi	3 vt.
MNK AK 300 Radioimmunologiske måleteknikker (RIA-system)	3 vt.
MNK AK 301 Fórorganismer for marin yngelproduksjon	3 vt.
MNK AK 304 Fiskens miljøkrav	4vt.
MNK 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 1.3.1 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)

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

Akvakulturemner og biologiske emner (16 vt.)

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

Andre realfagsemner (10 vt.)

MNK KJ 100 Generell kjemi	5 vt.
MNK KJ 260 Biokjemi (eller tilsv.) og MNK KJ 261	5 vt.
Examen philosophicum	5 vt.
Valgfrie emner	19 vt.

*Tilsammen 65 vt pluss examen philosophicum*

*De valgfrie emnene må velges slik at cand. mag.-gradenes "breddekrav" tilfredstilles, jfr. Gradsforskriftens § 8, pkt 2c (se kap.8).*

Emnet MNK 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 1.9.

Hva som er en optimal sammensetning av ikke-obligatoriske (valgfrie-) emner i cand. mag.-graden som grunnlag for en cand.scient.-grad i akvakultur, avhenger av hvilken hovedoppgave som velges. Det er derfor en fordel at det opprettes kontakt mellom student og framtidig veileder tidlig i cand. mag.-studiet. Nedenforstående emner vil i de fleste tilfeller være nyttige

for akvakulturstudenter:

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

### 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 hovedfaget
- 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 1.5.3 og forutsettes kjent. Alle kravene i grunnstudiet (se kapittel 2.5.2) må opp-

fylles, 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) MNK KJ 100 (5 vt.)

Emner under pkt. A) og B) utgjør beregningsgrunnlaget for gjennomsnittskaraktøren 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 1.9).*

### **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, og med ansvarlig veileder fra Botanisk institutt eller Zoologisk institutt.

Hovedfagsarbeidet vil som regel inngå som del av eller i tilknytning til veileders 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.
- Atferd 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 innholds-

messig 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 har tilknytning 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. Det er normalt en forutsetning at slike kurs har hatt en avsluttende eksamen med ekstern sensor, jfr Gradsforskriftene § 9, pkt 9. (se kap. 8).
- teoretisk spesialpensum på minst to (2) vekttall som eksamineres ved avsluttende cand- scient.-eksamen.

Emner fra eksterne undervisningsinstitusjoner kan etter søknad godkjennes som del av de 10 vekttall. 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 1.8 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.9 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 hovedfagsoppgaven være innlevert. Eksamen består av:

- a) bedømmelse av hovedfagsoppgaven
- b) muntlig prøve som omfatter eksaminasjon i de avanserte emner/spesialpensa som ikke tidligere har blitt evaluert (minimum 2 vekttall), samt diskusjon av hovedfagsoppgaven.

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

Emner med MNF MA-koder er beskrevet i studieplanen for matematikk. Sivilingeniørstudiets emner er beskrevet i studie handboken 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 normalt bli muntlig prøve som fastsettes senere.

#### *Emner i grunnstudiet*

##### **MNK AK 101 Vannkjemi/oseanografi, 3 vekttall**

Varighet: 1 semester (vår).  
Opptakskrav: Godkjent laboratoriekurs i MNK KJ 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 MNK KJ 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. Emnet regnes ikke som biologivektall i forholdet til cand. mag.-gradens "breddekrav", jfr gradsreglementets § 5, siste ledd.

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

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 forbindelse 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. Emnet regnes ikke som biologivektall i forholdet til cand. mag.-gradens "breddekrav", jfr gradsreglementets § 5, siste ledd

##### **MNK AK 103 Grunnkurs i akvakultur , 5 vekttall**

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

Emnet bygger på forkunnskaper tilsvarende MNK BI 110, MNK BI 120, MNK BI 130. 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, matfiskeoppdrett, oppdrettsteknologi, miljø, økonomi, produktutvikling og markedsføring. Det vil også bli gitt en kort innføring i organisasjonsstrukturen i næringen.

**ANK AK 201 Mikrobiologi/parasittologi/patologi , 3 vektall**

Varighet: 1 semester (høst).  
Opptakskrav: MNK 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 de viktigste parasitter og de sykdommer som har størst betydning i oppdretts-sammenheng.

*Avanserte emner***MNK AK 300 Radioimmunologiske måleteknikker (RIA-system) , 3 vt.**

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" og "Biologiske rytmer - virkemåter og målbarhet". 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.

**MNK 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.

**MNK AK 304 Fiskens miljøkrav, 4 vektall**

Varighet: 1 semester (vår).  
Forelesninger: 60 timer.  
Eksamen: Muntlig eller 6 timer skriftlig.  
Eksamensdato: Som for MNK 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.

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

Varighet: 1 semester (vår).

Forelesninger: 25 timer.

Lab.kurs: 30 timer, obligatorisk.

Eksamenskrav: Godkjent laboratoriekurs.

Eksamen: Skriftlig (5 timer) eller muntlig.

Fiskenes gytebiologi, embryonalutvikling, tidlige livsstadier og fiskelarvenes funksjonelle utvikling blir gjennomgått og sammenlignet med andre dyregrupper. Ulike reproduksjonsstrategier og hvilke følger dette får for de tidlige livsstadierne 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.