

## 2. BESTANDSUNDERSØKELSER OG BESTANDMÅLINGER

Are Dommasnes

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

### 2.1. FORMÅL

Formålet med en bestandsundersøkelse er å beskrive bestanden og dens forhold til omgivelsene på en slik måte at man har grunnlag for

- 1) å gi prognoser om mengde og kvalitet på den del av bestanden som blir tilgjengelig for fiske i nærmeste framtid, og
- 2) å gi råd om hvordan man kan sikre høyest mulig utbytte av bestanden på lang sikt

### 2.2. GRUNNLAGSMATERIALE

For å kunne gi en slik beskrivelse, er det nødvendig med en rekke informasjoner som utgangspunkt. Hvis det dreier seg om en bestand som er utsatt for fiske, vil vi vanligvis kunne få en del informasjoner fra fiskeristatistikken som i en viss utstrekning kan tilpasses våre behov. Men en del materiale må havforskerne alltid samle inn selv.

For de prøver som blir tatt av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstituttts egne folk, blir vanligvis følgende gjort med hver fisk i prøven:

Lengdemåling

Veiing (eller volummåling for små fisk)

Skjell eller øresteiner (otolitter) blir tatt

Kjønn blir notert

Modenhet blir bestemt etter rognens eller melkens utseende og størrelse og plassert i tallskala

Ryggvirvler blir tellet

Fettmengden langs tarmen blir plassert i en tallskala etter mengde

Mageinnhold blir vurdert og plassert i en tallskala etter mengde. Også fordøyelsesgraden og arten av mageinnhold blir beskrevet

I tillegg samler man på våre tokt inn en rekke andre data som direkte eller indirekte kommer til nytte i bestandsundersøkelsene. Dette gjelder f.eks. temperatur og saltholdighet i sjøen og informasjoner fra ekkoloddene.

På grunnlag av lengdemålingene og veiingene av et antall fisk kan man sette opp lengde-vekt-kurver. Et eksempel er vist på Fig. 2.2.1.

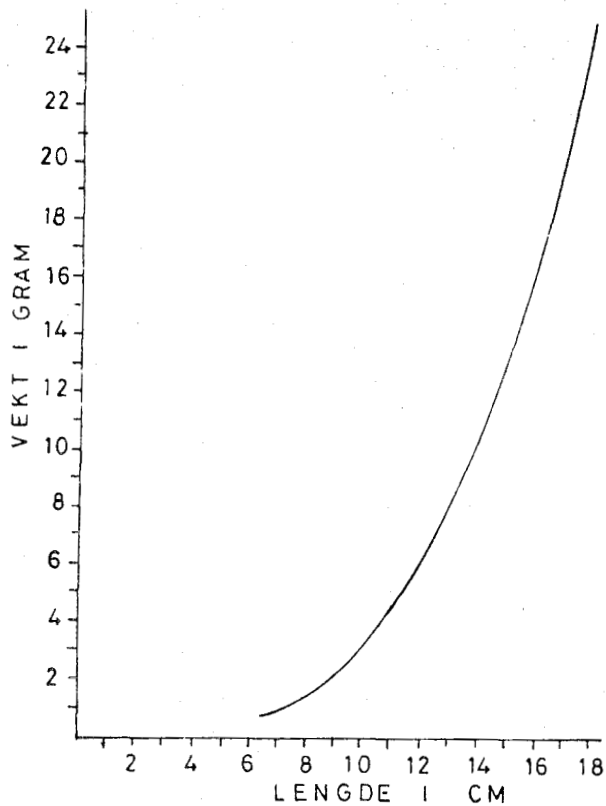


Fig. 2.2.1. Lengde-vekt kurve for lodde i mai-juni 1973.

En slik kurve kan brukes til å finne vekt for fisk som bare er lengdemålt. Den gir også en god idé om fiskens kondisjon, det vil si om der har vært gode eller dårlige næringsforhold. Fra lengde- og aldersmaterialet kan vi sette opp en alderslengde-nøkkel (Tabell 2.2.1.) som kan brukes til å finne aldersfordelingen i materiale som bare er lengdemålt.

Tabell 2.2.1. Alders-lengde-tabell som viser en andel av hver årsklasse i de forskjellige lengdegruppene av lodde i nordlige del av Barentshavet i september - oktober 1975.

Lengde cm	1 år	2 år	3 år og eldre	Totalt antall
11,0 - 11,5	1,000			11
11,5 - 12,0	0,791	0,209		43
12,0 - 12,5	0,732	0,250	0,018	56
12,5 - 13,0	0,603	0,382	0,015	68
18,0 - 13,5	0,439	0,500	0,061	66
13,5 - 14,0	0,276	0,621	0,103	58
14,0 - 14,5	0,129	0,677	0,194	31
14,5 - 15,0		0,765	0,235	17
15,0 - 15,5		0,615	0,385	13
15,5 - 16,0		0,500	0,500	10
16,0 - 16,5		0,143	0,857	7
16,5 - 17,0		0,286	0,714	7
17,0 - 17,5			1,000	2
17,5 - 18,0			1,00	1
18,0 - 18,5			1,000	1
18,5 - 19,0			1,000	1

### 2.3. REKRUTT - REKRUTTERING

Med rekrutter menes fisk som kommer inn i den fiskbare del av bestanden i løpet av året. Rekruttering skjer enten ved at fisken vokser eller forandrer adferd slik at den kan fanges med de redskaper som er i bruk, eller ved at den vandrer fra et område uten fiske til et område hvor det fiskes. Merk at

alderen (eller størrelsen) ved rekruttering kan reguleres ved valg av redskap eller fiskeområde.

Det faller naturlig å dele en bestand i en ikke-rekruttert og en rekruttert del. Når det gjelder informasjoner om den rekrutterte del av en bestand, vil vi alltid kunne få en del fra fiskeristatistikk og kommersielle fangster. Informasjoner om den ikke-rekrutterte del av en bestand kan vi ikke få fra kommersielle fangster - her må vi basere oss helt på materiale samlet inn fra havforskningsfartøyer. Det er viktig for våre prognoser å skaffe opplysninger om årsklassenes størrelse før de kommer inn i fisket. Spesielt er dette tilfelle i bestander hvor en eller et par årsklasser dominerer i fisket.

#### 2.4. BESTANDSMÅLINGER

Vi har flere metoder for bestandsmålinger, og skal i det følgende se litt på 4 av dem: Akustiske målinger, merking, trålsurvey og "tilbakeberegninganalyse" (virtual population analysis). Hvilke av disse metodene som egner seg best i en spesiell situasjon, er avhengig av artens adferd, dens livslengde, om det blir fisket på bestanden, beskatningsmønsteret, og hvilke informasjoner om fangstene som blir innsamlet i fiskeristatistikken. Hvis det er mulig, forsøker man å bruke to uavhengige metoder for bestandsmålinger. Eventuelle avvik mellom resultatene de to metodene gir, vil fortelle en del om verdien av beregningene.

Akustiske målinger blir behandlet i kapittel 4.

##### 2.4.1. Merking

er ofte et viktig hjelpemiddel i bestandsundersøkelser. Merkeforsøk kan brukes til beregning av bestandsstørrelser og til å undersøke vandringsveier og vekst.

Beregning av bestandsstørrelser fra merkeforsøk bygger på en antagelse om at forholdet mellom antall merkete og umerkete individer i fangstene er det samme som i bestanden totalt. Dette kan uttrykkes ved formelen

$$\frac{N}{B} = \frac{R}{C}$$

eller

$$B = \frac{N \times C}{R}$$

hvor

N = antall merkete fisk i bestanden

B = antall fisk i alt i bestanden på det tidspunkt da merkene ble satt ut

R = antall merker funnet i fangstene

C = antall fisk i alt i fangstene

Man er avhengig av kommersielt fiske for å få merkene tilbake, og metoden egner seg derfor bare til å måle den rekrutterte del av bestanden.

#### 2.4.2. Trålsurvey

kan brukes til å finne fisketetthet og dermed også totalmengden av en art. Det skjer ved at man bruker trålfangsten til å beregne antall fisk pr. m<sup>3</sup> vann som trålen har silt eller antall fisk pr. m<sup>2</sup> bunn som trålen har dekket. Fra en rekke tråltrekk kan man så beregne gjennomsnittlig fisketetthet i et område. Hvis den totale vannmassens volum eller områdets areal er kjent, kan man finne totalbestanden. Trålsurvey har vært brukt en del til bestandsestimat på bunnfisk. Men en like viktig anvendelse er til egg- og yngelundersøkelser.

#### 2.4.3. Egg- og yngelundersøkelser

på pelagiske egg og larver blir helst utført med planktonhåver, som kan betraktes som små pelagiske tråler.

Ved hjelp av et nett av håvstasjoner blir både individtetthet og utbredelsesområde kartlagt. Allerede ved å sammenligne utbredelse og tetthet fra år til år får vi et godt bilde av årsklassens relative styrke på egg/larvestadiet. Vi kan også regne ut total mengde av egg og/eller larver, og selv om man har en kolossal dødelighet fra larvestadiet til rekruttering forteller dette tallet oss litt om hvor stor årsklassen vil være ved rekruttering.

Undersøkelser av denne art gir ofte de eneste tilgjengelige opplysninger om størrelsen av den ikke-rekrutterte del av bestanden.

Hvis vi kjenner gjennomsnittlig antall egg som gytes av hver hunnfisk, kan vi også bruke antall egg/larver til å beregne antall hunnfisk i gytebestanden. Antall hannfisk er omtrent like stort, og dermed har vi omtrentlig bestemt gytebestandens størrelse. Gjennomsnittlig antall egg pr. hunnfisk finner vi ved rett og slett å telle eggene i et antall hunnfisk.

#### 2.4.4. Tilbakeberegningsanalyse (Kohortanalyse)

Metoden brukes til å bestemme bestandsstørrelse og fiskedødelighet hvert år for en årsklasse, etter at årsklassen er gått ut av fisket. Utgangspunktet er fangststatistikk og innsamlete prøver og på dette grunnlag beregner man hvor stor bestanden var på et tidspunkt flere år tilbake i tiden.

"Virtuell populasjon" av en årsklasse på et bestemt tidspunkt er det antall fisk av årsklassen som ble fanget fra dette tidspunktet og så lenge årsklassen fantes, dvs. summen av fangstene av årsklassen, i antall fisk, fra dette tidspunkt. Antall fisk av årsklassen i fangstene finner man ved å kombinere fiskeristatistikk med materiale fra innsamlete prøver (som

gir lengdefordeling, lengde-vekt-nøkler og lengde-alder-nøkler).

Det bærende prinsipp i metoden er at "virtuell populasjon" på et hvert tidspunkt representerer et minstemål for årsklassens størrelse på dette tidspunkt. Mindre kan årsklassen ikke ha vært, for så mye ble jo fisket av den senere. Men i tillegg til fiskedødeligheten, representert ved fangsten, vil bestanden også ha en viss naturlig dødelighet. De fiskene som forsvinner fra bestanden på grunn av naturlig dødelighet, kommer i tillegg til "den virtuelle populasjon". I Fig. 2.4.1. er vist et eksempel. Søylenes høyde representerer det totale antall fisk i årsklassen ved hvert årsskifte, og den skraverte delen representerer virtuell populasjon. Den hvite del av søylen representerer da den del av årsklassen som senere gikk tapt ved naturlig dødelighet.



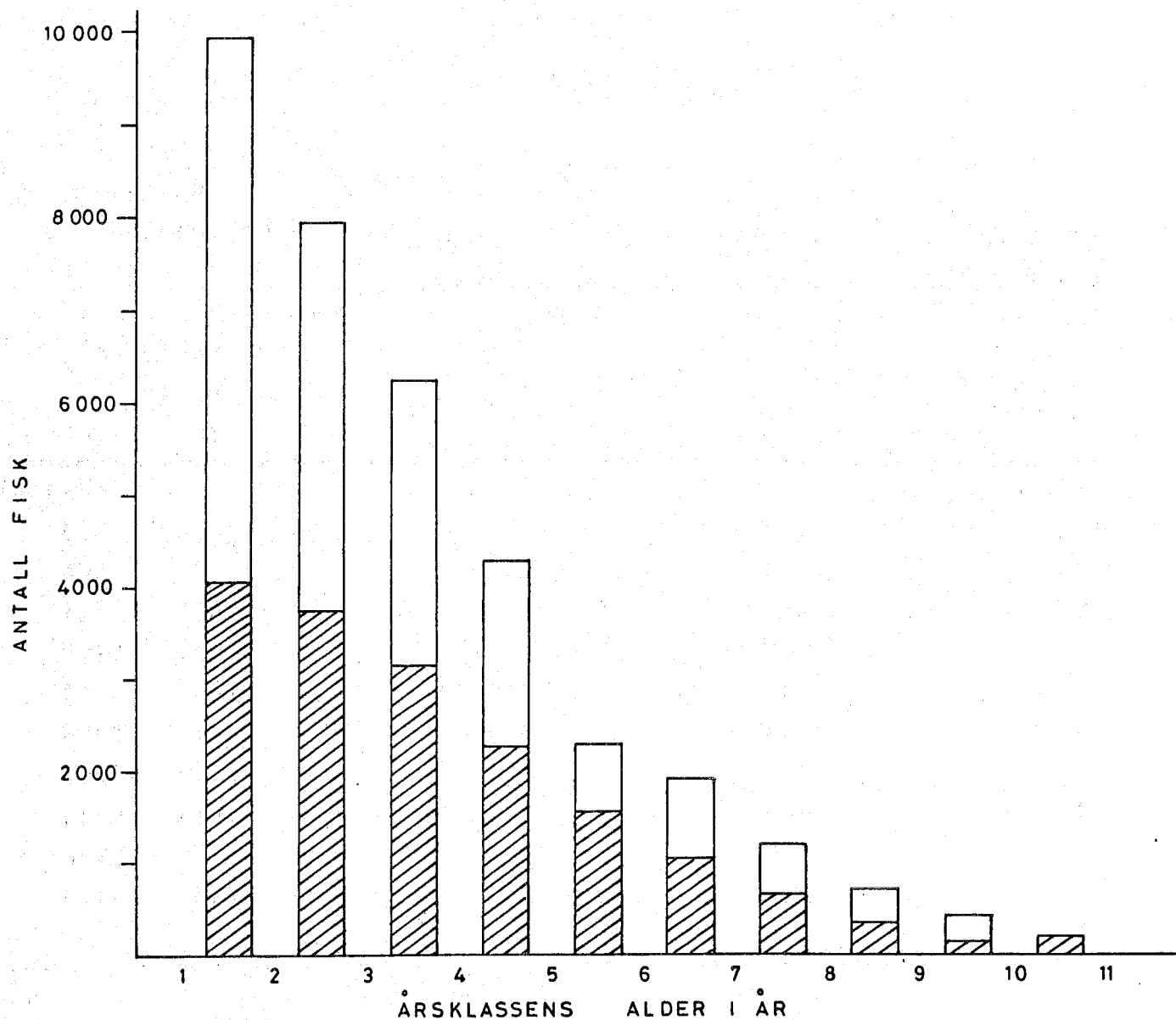


Fig. 2.4.1. Beregnet total populasjon (hele søylen) og virtuell populasjon (skravert) av en årsklasse med naturlig dødelighet 18,1%. Søylenes representerer situasjonen ved hvert årsskifte. Den svarte søylen lengst til høyre er antall fisk ved begynnelsen av det 11. året.

Tabell 2.4.1. Totalt antall fisk i en årsklasse ved begynnelsen av dens 10., 9., 8., ----- osv. år beregnet ut fra fangsten vedkommende år, naturlig dødelighet og årsklassens størrelse ved slutten av siste år den opptrådte i fisket.

Alternativ (c), 18,1% naturlig dødelighet, er illustrert i Fig. 2.4.1.

Årsklassens alder i år (kjent)	Fangst i antall (kjent)	Levende antall fangbare fisk (kjent)	Beregnet totalantall i årsklassen ved begynnelsen av året når naturlig dødelighet er 0% (a), 9,5% (b) og 18,1% pr. år (a) (b) (c)		
			(a)	(b)	(c)
11	0	0	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>
10	150	150	350	378	408
9	200	350	550	627	718
8	300	650	850	1007	1206
7	400	1050	1250	1533	1913
6	500	1550	1750	2218	2886
5	700	2250	2450	3185	4295
4	900	3150	3350	4464	6236
3	600	3750	3950	5564	7948
2	300	4050	4250	6464	9923
1	0	4050	-	-	-

Hvis man kjenner en årsklasses størrelse ved slutten av det siste året den opptrådte i fisket og årsklassens naturlige dødelighet, kan man ved tilbakeberegning ut fra "den virtuelle populasjon" (fangstene) beregne årsklassens størrelse på for-

skjellige tidligere tidspunkter. Dette kan først gjøres etter at årsklassen er gått ut av fisket. Beregningsmetodene er kompliserte, men eksempler på resultatene man kan få av en slik analyse er vist i Tabell 2.4.1. for tre forskjellige antatte verdier av naturlig dødelighet.

Årsklassens størrelse ved slutten av det siste året den opptrådte i fisket er sjelden kjent særlig nøyaktig, men det er oftest mulig å gjøre et noenlunde anslag. Det samme gjelder for den naturlige dødelighet, som ofte blir antatt å ligge rundt 20%.

Til tross for at tilbakeberegningsanalysen først gir resultater for en årsklasse etter at den har gått ut av fisket, har den likevel vist seg å være et meget godt redskap til å analysere virkningen av fiskeinnsatsen.

## 2.5. NØYAKTIGHETEN VED BESTANDSMÅLINGER

Som sluttprodukt av enhver bestandsmåling får man et tall for bestandens størrelse, og det er naturlig å spørre: Hvor pålitelig er dette tallet? Hvor langt unna det riktige tallet kan vi ha kommet, i verste fall?

De feilene som bidrar til å trekke vårt bestandsestimat bort fra det riktige tallet kan skilles i to kategorier: tilfeldige feil og systematiske feil.

### 2.5.1. Tilfeldige feil

er feil som ikke konsekvent bidrar til å trekke bestandsestimat i en retning, men som trekker snart ene veien og snart andre veien. Som eksempel kan vi ta beregning av fisketetthet

fra tråltrekkene i et trålsurvey. Hvis vi tenker oss et stort antall tråltrekk tatt i noenlunde samme posisjon, så vil ikke alle gi nøyaktig like stor fisketetthet, men verdiene vil ligge gruppert rundt en gjennomsnittsverdi med flest tråltrekk akkurat på gjennomsnittsverdien og færre og færre tråltrekk etter som vi fjerner oss fra middelveien, omtrent som vist på Fig. 2.5.1. Vi merker oss at av de 100 fangstene er det 94 som har gitt mer enn 25, men mindre enn 37 fisk pr. 1000 m<sup>2</sup>, og at 31 er den verdien som har forekommet hyppigst.

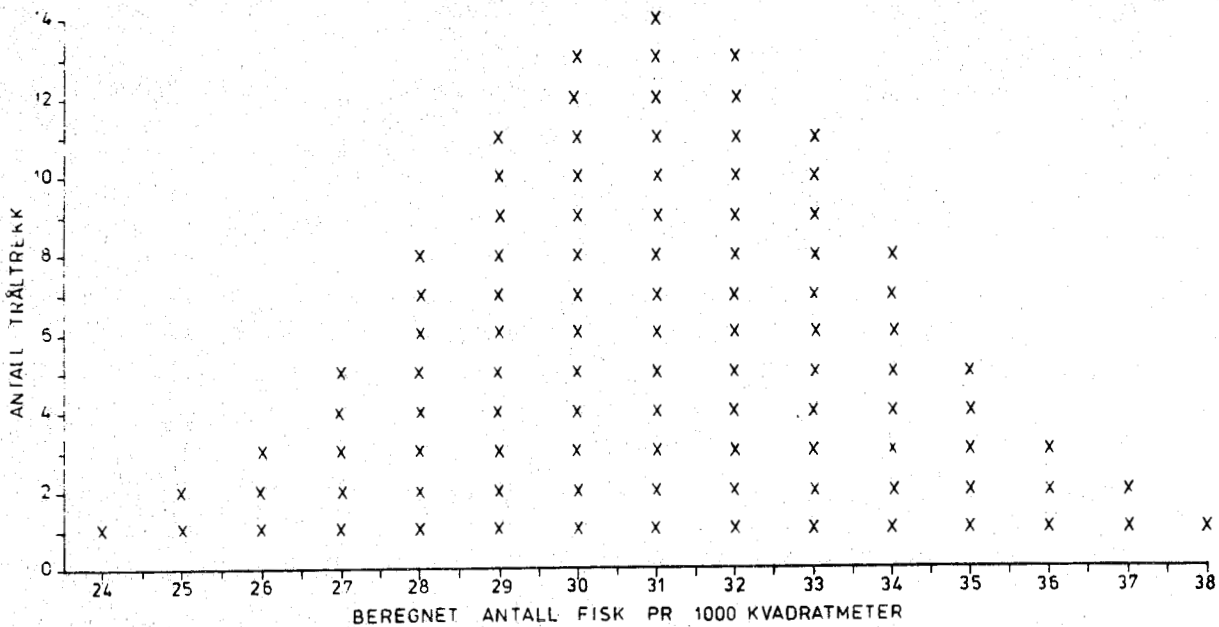


Fig. 2.5.1. Tenkt resultat av 100 tråltrekk i omtrent samme posisjon. Hvert kryss representerer ett tråltrekk.

Hva er nå den riktige verdien for fisketettheten i posisjonen? Med Fig. 2.5.1. som støtte vil det være rimelig å si følgende: "Fisketettheten er sannsynligvis 31 fisk pr. 1000 m<sup>2</sup>, og det er 94% sannsynlighet for at fisketettheten ligger mellom 25 og 37 fisk pr. 1000 m<sup>2</sup>". Vi kan si at vi har gitt et 94% konfidensintervall (sikkerhetsområde) for fisketettheten. Et konfidensintervall er ellers alltid basert på statistiske beregninger.

En bestandsberegning er i prinsippet oppstått på samme måte som tetthetsberegningen her: et stort antall stikkprøver i bestanden gir mengde og sammensetning i hver posisjon. Ut fra disse opplysningene kan vi så beregne et tall for bestandens størrelse. For flere typer bestandsmålinger har vi også utviklet metoder til å beregne konfidensintervaller.

Et konfidensintervall beskriver den usikkerhet i bestands-estimatet som skyldes tilfeldige feil; stort konfidensintervall tilsvarer stor usikkerhet; lite konfidensintervall tilsvarer liten usikkerhet.

### 2.5.2. Systematiske feil

er de virkelige farlige feilene, idet de ofte er vanskelige å oppdage, og enda vanskeligere å korrigere for. I et trål-survey vil f.eks. en systematisk feil oppstå hvis ekkoloddet blir brukt til å bestemme hvor man skal tråle, idet man da kanskje bare vil tråle på "gode" forekomster og følgelig får en for høy verdi for bestanden. En undersøkelse må derfor legges opp slik at man enten unngår alle kjente muligheter for systematiske feil, eller kan korrigere for disse.

I praksis vil man ved bestandsmålinger alltid være meget sterkt på vakt mot systematiske feil, og bruke enhver mulighet til å sammenligne resultatet med verdier som er framkommet etter

andre metoder vil bli brukt med den største forsiktighet.

Det hender at det ikke er mulig å få bestandsmål på en fiskeart med mer enn en metode. Hvis man sitter med en serie slike bestandsmål fra forskjellige tidspunkter, vil man betrakte bestandsmålene som relative verdier, og først og fremst se på variasjonene mellom bestandsmål fra forskjellige tidspunkter. Hvis man går ut fra at eventuelle systematiske feil gjør samme utslag hver gang, vil disse svingningene gi et riktig bilde av variasjonene i bestanden.

## 2.6. PROGNOSE

Formålet med alle bestandsundersøkelser er å skaffe informasjoner om bestandssituasjonen i framtiden, det vil si prognoser. Som grunnlag må man bruke de informasjoner man kan skaffe om bestandssituasjoner i fortiden og de erfaringer man har om hvordan utviklingen i bestanden pleier å være. Samtidig må man ta hensyn til forholdene i omgivelsene. Er f.eks. sjøtemperaturen høyere eller lavere enn normalt? Er mattilgangen normalt god? Hvis forhold i omgivelsene avviker fra det normale, må vi forsøke å korrigere for det.

Vi har sett at allerede det å beskrive bestandssituasjonen i fortiden byr på usikkerhetsmomenter. Utviklingen av bestanden etter at man sist undersøkte den byr på ytterligere usikkerhet. Det sier seg derfor selv at det også er knyttet usikkerhetsmomenter til prognosene. Og jo større avstand i tid det er mellom siste bestandsundersøkelse og det tidspunkt prognosen gjelder for, jo større er usikkerheten.

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt utarbeider prognoser for en del fiskebestander. Prognosene gir tall for

forventet fangstkvantum eller for hvor stor den del av be-  
standen er som blir tilgjengelig for fiske.

En prognose gis ofte som en midlere verdi med en øvre og en  
nedre grenseverdi. I slike tilfeller er det alltid den midlere  
verdi som er den mest sannsynlige, mens verdier nær grensene  
er langt mindre sannsynlige. Verdier utenfor grensene må  
betraktes som usannsynlige.