

*Zhang Li-Chun, Leiv Solheim og
Margareta Stålnacke*

**Lønnsomhetsundersøkelsen for
fiskefartøy**

Ny utvalgsplan og estimeringsmetode

Notater

INNHOOLD

1	INNLEDNING OG SAMMENDRAG	3
1.1	Dagens lønnsomhetsundersøkelse.....	4
2	DATA OG METODE.....	5
3	UTVALGSPLAN OG ESTIMERINGSMETODE	6
3.1	Generelt	6
3.2	Stratifisering av populasjonen.....	7
3.3	Fangstinntekt som tilleggsstørrelse	8
3.4	Utvalgsplan.....	11
3.4.1	Allokering av utvalgsstørrelser	11
3.4.2	Mer om Allokering av utvalgsstørrelser.....	16
3.4.3	Trekking innen hvert ikke-tomt stratum	19
3.4.4	Oppsummering.....	22
3.5	Estimeringsmetode.....	22
3.5.1	Generelt.....	22
3.5.2	Driftsinntekt, kostnader, driftsresultat og lønnsevne	23
3.5.3	Andre undersøkelsesvariabler	30
3.5.4	Fangstinntekt som tilleggsstørrelse under omgruppering blant små båter	33
3.5.5	Oppsummering av estimeringsmetode	35
3.6	Behandling av frafall.....	36
4	FORSLAG TIL PRODUKSJONSOPPLEGG	40
4.1	Notasjon og formler.....	40
4.2	Allokeringsrutine	41
4.3	Trekkerutine	42
4.4	Estimeringsopplegg.....	43
4.5	Beregning av usikkerhet.....	44
VEDLEGG		
A.	PMS-allokering for store og små båter 1996.....	45
B.	Stratifisert estimator og stratifisert rateestimator.....	53
C.	Variabler som er brukt.....	55
D.	Forandring i relativ skjevhet	56
	De sist utgitte publikasjonene i serien Notater.....	61

1 Innledning og sammendrag

Fiskeridirektoratet har gitt Statistisk sentralbyrå (SSB) i oppgave å utarbeide en ny utvalgsplan og estimeringsmetode for lønnsomhetsundersøkelsene som utføres av Budsjettnemnda for fiskerinæringen. Den nye utvalgsplanen og estimeringsmetoden har som mål å redusere usikkerheten til resultatene for å etablere en bedre lønnsomhetsundersøkelse.

Arbeidet med ny utvalgsplan og ny estimeringsmetode har resultert i følgende forslag:

- PMS-allokering (proporsjonal med størrelse) basert på fangstinntekt bør anvendes på store båter (13 m st.l. og over). Man kan velge mellom Selvveid- eller PMS-allokering blant små båter (8.0 - 12.9 m st.l.).
- ETU-trekking (enkelt tilfeldig utvalg) innen hvert ikketomt stratum kan anvendes både for store (13 m st.l. og over) og små båter (8.0 -12.9 m st.l.).
- Den stratifiserte rateestimatoren gir betydelige variansreduksjoner for en del undersøkelsesvariabler, som f.eks. driftsinntekt, lønnsevne, arbeidsgodtgjørelse og drivstoff.
- To metoder for behandling av tomme strata i utvalget forårsaket av frafall.

Arbeidet er utført av Zhang Li-Chun, Leiv Solheim og Margareta Stålnacke (Seksjon for statistiske metoder og standarder). Kontaktperson for Fiskeridirektoratet er Anders Østreim, Kontoret for driftsøkonomiske undersøkelser. I løpet av prosjektet har gruppen hatt et møte i Oslo der også leder for Budsjettnemnda, Ann Lisbeth Brathaug (SSB), deltok. En foreløpig rapport blev framlagt på møte i Budsjettnemnda fredagen den 19 februar.

Rapporten begynner med en kort innføring til dagens lønnsomhetsundersøkelse og hvilket datamateriale og metode som er brukt i undersøkelsen. Deretter vises resultater fra arbeidet med å finne frem til en ny utvalgsplan og nytt opplegg for estimeringsmetode. I det sistnevnte avsnittet inngår også en del som tar opp problemet med behandling av frafall. Endelig presenteres et forslag til produksjonsopplegg i kapitel 4.

1.1 Dagens lønnsomhetsundersøkelse

Budsjettnemnda for fiskerinæringen legger hvert år frem en lønnsomhetsundersøkelse for fartøy der resultatene er basert på regnskap fra eiere av et utvalg av fartøy. Disse fartøyene omfatter 'vanlig godt drevne og vel utstyrte fartøy som brukes til fiske året rundt'. Resultatene brukes ved de årlige forhandlingene om støtte til fiskerinæringen mellom Staten og Norges Fiskarlag.

Dagens undersøkelse ser på forskjellige økonomiske tall, der fartøyene først er delt opp etter små (8-12.9 meter) og store fartøy (13 meter eller over). Opplysninger om norske fiskefartøy kommer fra Aktivitetsundersøkelsen for store fartøy og fra det Interne fangstregistre for små. I fremtiden vil kun det Interne fangstregistret benyttes.

Fartøyene deles opp i ulike grupper med hensyn på fylke, størrelse og lengde. Grunnlaget for undersøkelsen kommer fra et utvalg av fartøy, der eieren sender inn regnskapsoppgaver. I tillegg til regnskapsoppgaven brukes opplysninger fra Fiskeridirektoratets Sluttseddelregister.

Svarene fra de utvalgte fartøyenes eiere bygger på frivillighet. Noen få driftsformer har lovfestet svarsplikt. Fra de innsendte svarene, fjernes fartøy som ikke er definert som helårsdrevne fartøy. Svarsprosenten er lav, og blant store fartøy i lønnsomhetsundersøkelse for 1996 ble kun 32 prosent av de utvalgte fartøyene brukt til analyse.

Metoden som benyttes for å beregne ulike lønnsomhetsindikatorer er det vanlige gjennomsnittet ved presentasjon av resultater etter fartøyens driftsform (fiskeri), mens veide gjennomsnitt benyttes ved grovgruppering av materialet (hele landet, torsk, sild, fylker, lengdegrupper o.l.). En bruker ulike vektter for å beregne gjennomsnitt. Vektene bygger på populasjonens antall innenfor driftsform, lengde og fylke, der disse kombineres på ulike måter.

2 Data og metode

Datamaterialet som er brukt ved utprøving av en ny utvalgsplan og ny estimeringsmetode kommer fra lønnsomhetsundersøkelsen for fiskefartøy for 1996. Den er som tidligere beskrevet delt opp i store og små fartøy, der de store har en populasjon (masse) på 1 283 fartøy og de små har 1 653. Utvalget består henholdsvis av 394 og 400 fartøy. Arbeidet er fremfor alt konsentrert om variablene fangstinntekt, fangstmengde, driftsinntekt, lønnsevne, arbeidsgodtgjørelse, drivstoff, omløpsmidler, driftsresultat og finansinntekter. Viktige bakgrunnsvariabler er fylke, driftsform og lengde på fartøyene. En oversikt over de ulike variablene i materialet finnes i vedlegg C.

For å utarbeide en ny utvalgsplan og et nytt estimeringsopplegg har vi:

- undersøkt viktige variabler der vi har sett på korrelasjonene mellom ulike variabler
- simulert to alternativ for utvalgsplanen (selvveid-allokering og PMS-allokering) som er testet og sammenlignet, liksom de to alternativene for estimeringsopplegg (stratifisert estimator og stratifisert rateestimator).

I forbindelse med diskusjonen om utvalgsplanen og estimeringsopplegget i avsnitt 3 presenteres arbeidsmetodene grundig.

De mål som er brukt for å sammenligne de ulike forslagene er relativ skjevhet og relativt standardavvik. Disse forholdene bør ligge nær null for at utvalget med brukt metode for utvalgsplan og estimering, kan sies å gi et godt estimat.

Det sentrale i utarbeidingen av den nye utvalgsplanen har vært å få frem bedre utsagnskraft i det materiale som legges til grunn for lønnsomhetsundersøkelsene. Det samme gjelder for det nye estimeringsopplegget. Et ønske finnes om å kunne bruke samme metode for store og små fartøy, og om mulig redusere utvalget for de små fartøyene. Det er også en fordel å få fram estimatorer som når de summeres til totaler for hele landet gir samme verdi uansett hvilken vekt som er brukt ved beregning på et lavere nivå.

3 Utvalgsplan og estimeringsmetode

3.1 Generelt

Resultater fra Budsjettnemndas lønnsomhetsundersøkelse grupperes etter tre kjennemerker:

- (i) *Driftsform,*
- (ii) *Lengdeklasse,*
- (iii) *Fylke.*

Man kan sikre konsistens mellom forskjellige tabeller¹ ved at hele populasjonen, av henholdsvis små eller store båter, kryssklassifiseres etter de tre kjennemerkene. Alle fartøy som hører til den samme kombinasjon av driftsform, lengdeklasse og fylke danner et *stratum*. Basert på undersøkelsen lager man en tabell for hvert stratum, som inneholder den estimerte summen av alle undersøkelsesvariabler. Disse tabellene kan kalles *stratumtabeller*. Etterpå kan resultater for forskjellige grupper av populasjonen fås ved å summere over stratumtabeller for alle tilhørende strata. Konsistens i resultater er sikret siden ingen delpopulasjon er mindre enn et stratum.

Det metodiske opplegget for lønnsomhetsundersøkelsen består av to deler, nemlig *utvalgsplan* og *estimeringsmetode*. Den ene delen kommer før datainnsamling, og den andre etter. I dette tilfellet med den stratifiserte populasjonen, inneholder en utvalgsplan to elementer, nemlig:

- (a) *allokering* av utvalgsstørrelser i alle strata, altså hvor mange båter skal trekkes fra hvert stratum,
- (b) *trekking* av fartøy i hvert stratum etter et bestemt antall, altså hvordan disse båtene skal trekkes.

Det burde ikke overraske noen at utvalgsplan og estimeringsmetode henger sammen. Det finnes ikke en utvalgsplan som er egnet for hvilken som helst estimeringsmetode eller omvendt. Gode, om ikke optimale, resultater får man først ved å tilpasse de to med hverandre.

Samtidig bygger en vurdering av et opplegg alltid på visse antagelser, eller forutsetninger, som ikke alle kan fastslås. *Robusthet* i opplegget mot eventuelle avvik fra vurderingsgrunnet er derfor et viktig moment. I tillegg bør opplegget være rimelig enkelt både å forstå og å gjennomføre, ikke minst med tanke på utviklings-/justeringsmuligheter i praksis. *Enkelhet* og robusthet henger ofte sammen.

¹ Dagens estimeringsmetode bruker forskjellige opplegg for resultater etter driftsform, og resultater etter fylke og lengdeklasse, noe som medfører at f.eks. en total for hele landet ikke er identisk om man summerer over alle driftsform eller om man summerer over alle fylker.

3.2 Stratifisering av populasjonen

Vi har sett på hvordan dagens estimeringsmetode fungerer når vi måler den relative skjevheten og sammenligner den med den foreslåtte stratifiseringen av populasjonen på utvalg for 1996. Dagens metode for å beregne gjennomsnitt bruker et stratum-nivå som er grovere enn hva som er foreslått i dette notatet. De registervariabler som finnes i datamaterialet er brukt, der gjennomsnitt for populasjonen sammenlignes med estimert gjennomsnitt beregnet ved hjelp av de utvalgte fartøyene i undersøkelsen i 1996 og der resultatene er beregnet for de stratum som er representert i utvalget. Analysen er basert på de samme inndelingene som brukes i tabellene G1 til G19 i 'Lønnsomhetsundersøkelser for fiskefartøy, 13 m st.l. og over, 1996', heretter kalt 'Blå boka', og vi har her konsentrert oss om de store fartøyene.

For å vurdere om det nye opplegget vi foreslår gir bedre kvalitet (+), altså at den relative skjevheten er redusert, eller om kvaliteten har blitt dårligere (-), dvs at den relative skjevheten har økt, kan en gjøre en rask oppsummering av antallet plusstegn og minustegn. I vedlegg D gis en oversikt for hva som skjer med hver populasjonsvariabel i de 19 tabellene fra 'Blå boka'. Analysen tar ikke hensyn til hvor stor reduksjonen/økningen av den relative feilen er. Et sammendrag av vedlegg D finnes i tabellen nedenfor, der forandringen av den relative skjevheten presenteres i antallet tilfeller med resusert, økt eller uforandret skjevhet.

Tabell 1.

Forandring i relativ skjevhet i den nye stratifiseringen i forhold til dagens stratifisering.

Variabel	Antall tilfeller der den Relative Skjevheten er		
	Redusert	Økt	Uforandret
Fangstinntekt	12	5	2
Fangstmengde	10	6	3
Byggeår	0	0	19
Lengde	4	8	7
Bruttotonnasje	13	5	1
Tonnasjeenheter	12	5	2
Motorstyrke	14	5	0
Motorens byggeår	2	3	14
Totalt	67	37	48

I nesten dobbelt så mange tilfeller skjer det en forbedring av den relative skjevheten, 67 'redusert' mot 37 'økt'. For de viktige økonomiske variablene *fangstinntekt* og *fangstmengde* avtar den relative skjevheten når det nye metoden nyttes og det samme gjelder for *bruttotonnasje*, *tonnasjeenheter* og *motorstyrke*. Ser man på den finere inndelingen i vedlegg D, fremkommer det at den dypere stratifiseringen fungerer meget godt i visse tabeller, f.eks. G12 Møre og Romsdal, G13 Sogn og Fjordane og G14 Hordaland, mens det for andre tabeller ikke gir så godt resultat, f.eks. G11 Trøndelag. Viktig er at for variabler med veldig få observasjoner i utvalget, *bruttotonnasje* og *tonnasjeenheter*, avtar som oftest den relative skjevheten og mange ganger betydelig.

Generelt er det slik at den nye stratifiseringen fungerer moderat dårligere når usikkerheten er svært lav etter det gamle opplegget som i mange tilfeller skyldes totaltelling. Reduksjonen kommer ofte der usikkerheten er høy i det gamle opplegget.

3.3 Fangstinntekt som tilleggsstørrelse

Lønnsomhetsundersøkelsen 1996 påviste en sterkt sammenheng mellom *driftsinntekt* (som er en undersøkelsesvariabel) og *fangstinntekt* (innrapportering til Fiskeridirektoratets sluttседdelregister og tilgjengelig ved undersøkelsestidspunktet) i utvalget blant store båter for 1995 (tilsendt notat 'Budsjettnemndas lønnsomhetsundersøkelse'). De er på omtrent samme størrelse og korrelasjonskoeffisienten mellom dem ligger på 0.984^2 . Utvalg 1996 viste den samme sterke sammenhengen både blant små og store båter. Det er ikke vanskelig å skjønne at estimering av driftsinntekt kunne bli mer presis dersom man klarer å utnytte informasjon om fangstinntekt i populasjonen.

Mer konkret kan man undersøke saken noe nærmere på følgende måte. For alle ikke-tomme strata i utvalg 1996, beregner man

(a) gjennomsnittlig driftsinntekt i hvert stratum,

(b) forhold mellom gjennomsnittlige drifts- og fangstinntekt betegnet med R .

Uten å ta hensyn til samsvaret mellom de to variablene, kan man *predikere* driftsinntekt til ethvert fartøy fra det samme stratum, som ikke var med i utvalget, med *den gjennomsnittlige driftsinntekten* ($Stratum_gjn$). Dessuten kan man også predikere med *fangstinntekt* * R ($Rate_prediksjon$) ved å ta hensyn til den faktiske fangstinntekten til fartøyet, som er kjent fra registeret. Man kjenner ikke driftsinntekten til fartøy som ikke var med i utvalget, men man kan teste ut de to prediksjoner i utvalget ganske enkelt ved å plote den predikerte driftsinntekten mot de observerte verdier for begge metoder.

Det samme har vi også gjort for *driftsresultat*, *sum_kostnad* (som er differansen mellom driftsinntekt og driftsresultat) og *lønnsevne*. Figur 1.1 inneholder resultater for store båter i utvalg 1996, og figur 1.2 for små båter. Mønsteret er omtrent det samme i begge utvalg, nemlig informasjon om fangstinntekt gir betydelig variansreduksjon i prediksjon av driftsinntekt, sum_kostnad og lønnsevne³, men har nesten ingen effekt for driftsresultat⁴.

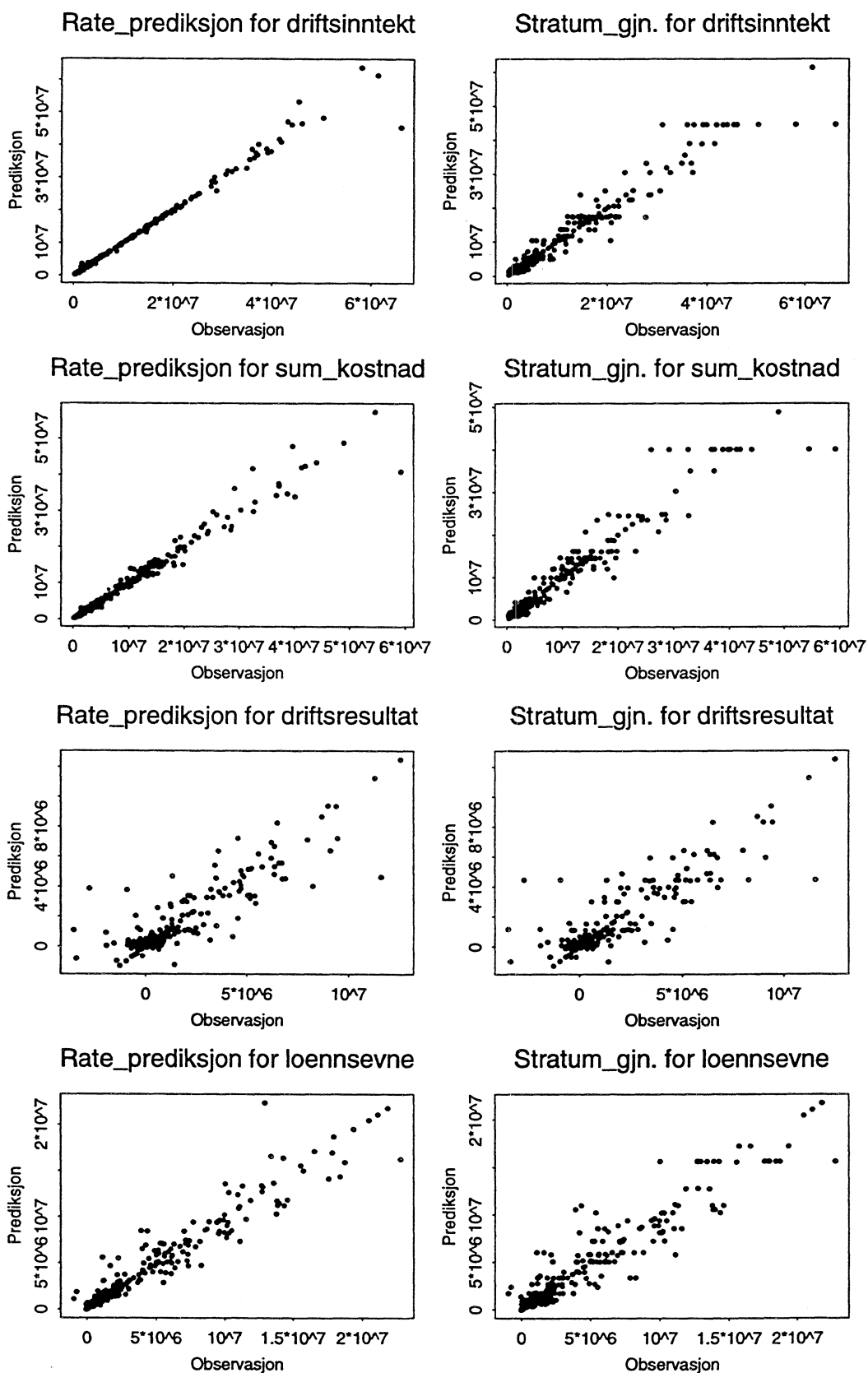
Siden fangstinntekt er nyttig for estimeringen av en del undersøkelsesvariabler, kaller vi den en *tilleggsstørrelse* eller *tilleggsvariabel*.

² Korrelasjonskoeffisient lik én betyr at to variabler er identiske.

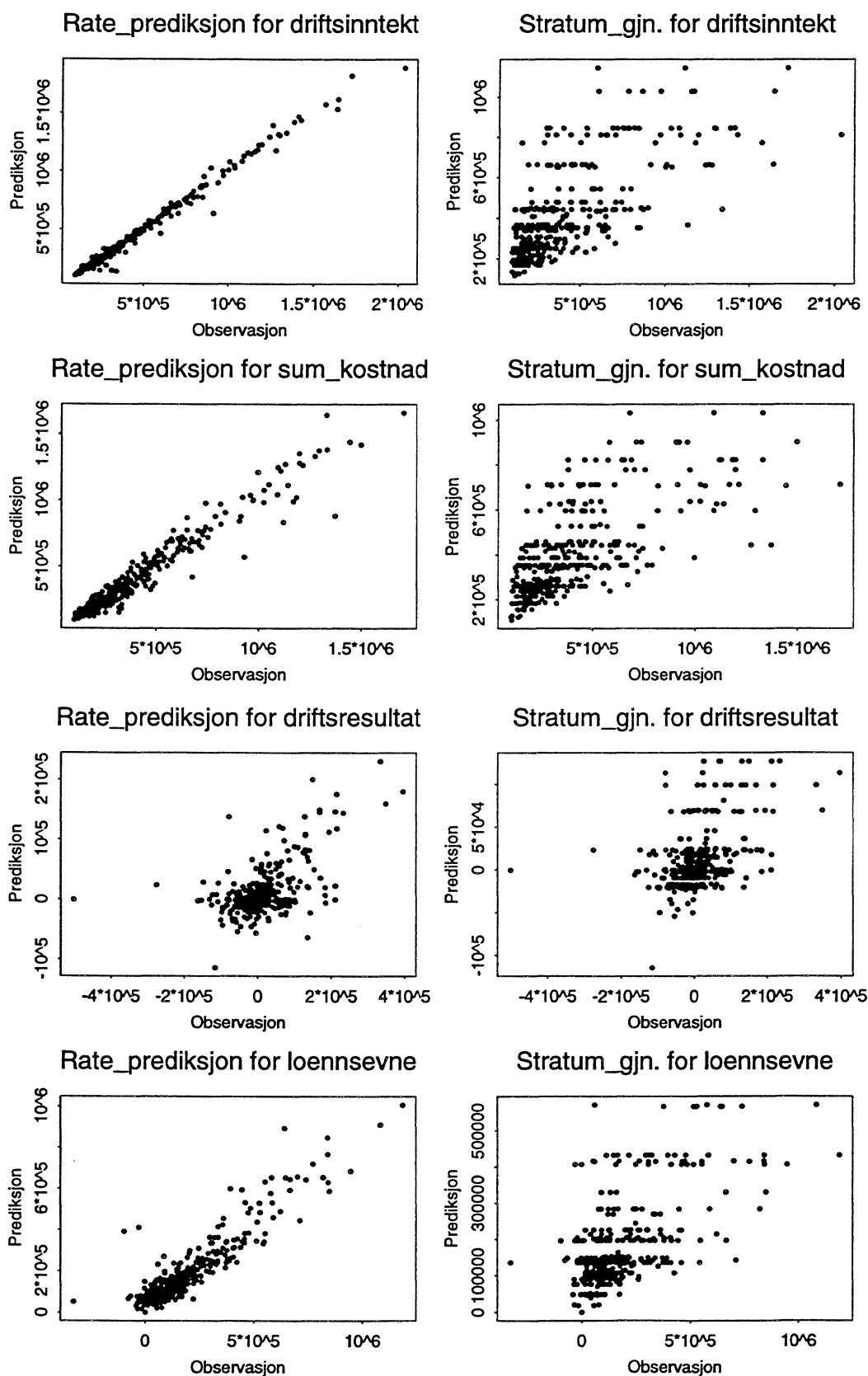
³ Figurene til venstre viser at punktene danner et mønster langs en rett linje.

⁴ Figurene til venstre er like uklare (punktsky) som figurene til høyre.

Figur 1.1 Fangstinntekt som tilleggstørrelse for store båter (utvalg 1996)



Figur 1.2 Fangstinntekt som tilleggskostørrelse for små båter (utvalg 1996)



3.4 Utvalgsplan

Som tidligere nevnt inneholder utvalgsplanen i dette tilfellet med den stratifiserte populasjonen to elementer, nemlig allokering av utvalgsstørrelsen i alle strata, og trekking innen hvert ikke-tomt stratum. Begge skal undersøkes med tanke på at fangstinntekt muligens kan brukes som tilleggsstørrelse for en del nøkkelvariabler i undersøkelsen.

3.4.1 Allokering av utvalgsstørrelser

Enhver strategi for allokering av utvalgsstørrelser bygger på visse antagelser om variasjon i populasjonen.

I utgangspunktet finnes det to alternativer, nemlig:

- (a) **Selvveid-allokering**, dvs. utvalgsstørrelsen for et stratum er proporsjonal med antall fiskebåter som hører til dette stratum, og
- (b) **Proporsjonal med størrelse (PMS) -allokering**, dvs. utvalgsstørrelsen for et stratum er proporsjonal med stratumtotalen til en tilleggsstørrelse, som er fangstinntekt i dette tilfellet.

Ved Selvveid-allokering antar man at variasjon til en undersøkelsesvariabel er omtrent den samme fra stratum til stratum. Videre skal man bruke gjennomsnittet i det tilsvarende delutvalget som estimator for populasjonsgjennomsnittet i et stratum. Under PMS-allokering antar man at variasjonen til en undersøkelsesvariabel øker omtrent proporsjonalt med hvor stor enheten er. Det siste måles ofte ved en tilleggsvariabel som har høy korrelasjon med undersøkelsesvariabelen. Videre skal man benytte denne tilleggsvariabelen i estimering, som f.eks. i en rateestimator.

Det finnes varianter for begge alternativer. Så lenge man bruker en estimator basert på gjennomsnittet i delutvalget, kan man avvike fra antagelsen om konstant variasjon, og anta istedet at variasjon i undersøkelsesvariabelen er omtrent det samme som variasjonen til tilleggsvariabelen⁵. Da bør utvalgsstørrelsen i et stratum være proporsjonal med standardavviket til tilleggsvariabelen i dette stratum. For enkelhets skyld skal vi referere til denne allokeringen som **Selvveid-allokering-II**. Samtidig er det av og til slik med rateestimatoren at variasjonen i undersøkelsesvariabelen øker proporsjonelt med kvadratroten til gjennomsnittet i tilleggsvariabelen⁶. Vi refererer til den siste som **PMS-allokering-II**.

Vi har evaluert alle fire alternativer ved hjelp av følgende simulering⁷:

Ta først de store båtene (i alt 1283), og bruk *fangstmengde* (kjent i populasjonen) som responsvariabel. Alloker utvalget blant alle ikke-tomme strata etter et bestemt strategi, muligens med

⁵ Särndal, C.-E., Swensson, B. og Wretman, J. (1992) Model Assisted Survey Sampling. Springer-Verlag.

⁶ Cochran, W.G. (1977) Sampling Techniques. New York: Wiley.

⁷ Efron, B. og Tibshirani, R.J. (1993) An Introduction to the Bootstrap. London: Chapman and Hall.

fangstinntekt som tilleggsstørrelsen. Sett nå sammen et utvalg ved å trekke enkelt tilfeldig og uten tilbakelegging (*ETU*), s.a. det ikke er mulig å trekke et fartøy mer enn en gang, innen hvert ikke-tomt stratum, og estimer den totale fangstmengden i stratum med en vektet sum av observasjonene derifra, der vektene til disse observasjoner er bestemt ved:

- (a) $\text{antall_fartøyer_i_populasjonen}/\text{antall_fartøyer_i_utvalget}$, dvs. *den stratifiserte estimatoren* (*Est_str*), eller
- (b) $\text{total_fangstinntekt_i_populasjonen}/\text{total_fangstinntekt_i_utvalget}$, dvs. *den stratifiserte rateestimatoren* (*Est_rat*).

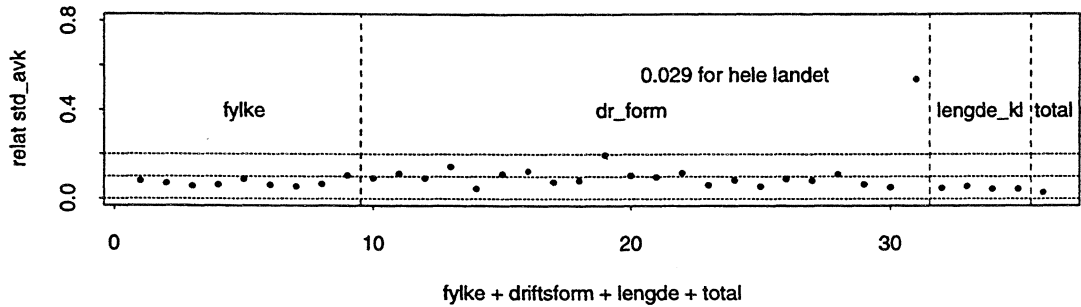
Basert på 500 repetisjoner av prosedyren under hver allokeringstrategi, kan vi evaluere usikkerheten i begge estimatorene. Spesielt er utvalgsstørrelsen for hele landet omtrent den samme, dvs. mellom 430 og 440, under alle fire alternativer. Utvalget for store båter i 1996 består av 394 fartøy. (Grunnen til denne variasjonen skal vi komme tilbake til.)

De første fire plottene i figur 2.1 viser relativt standardavvik til *Est_str* under forskjellige allokeringstrategier. Beregning var gjort for alle marginale estimatorer, dvs. total fangstmengde i hvert fylke (9 punkter), hver driftsform (22 punkter for store og 9 for små), hver lengdeklasse (4 punkter) og landstotalen. Punktene er plassert i rekkefølge, dvs. det første punktet i driftsform motsvarer driftsform 1. Spesielt har vi oppgitt relativt standardavvik for hele landet. Et godt resultat er når de forskjellige standardavvikene i en figur ligger omtrent på samme linje, og helst så nær null som mulig. De siste fire plottene i figur 2.1 viser resultater for *Est_rat*. PMS-allokering var best for begge estimatorene. Det er liten forskjell mellom PMS-allokering-II og Selvveid-allokering-II. Selvveid-allokering er den minst effektive. For fangstmengde på store båter betyr PMS-allokering en variansreduksjon på over 80 prosent på landsnivå uansett hvilken estimator man bruker, i forholdet til Selvveid-allokering.

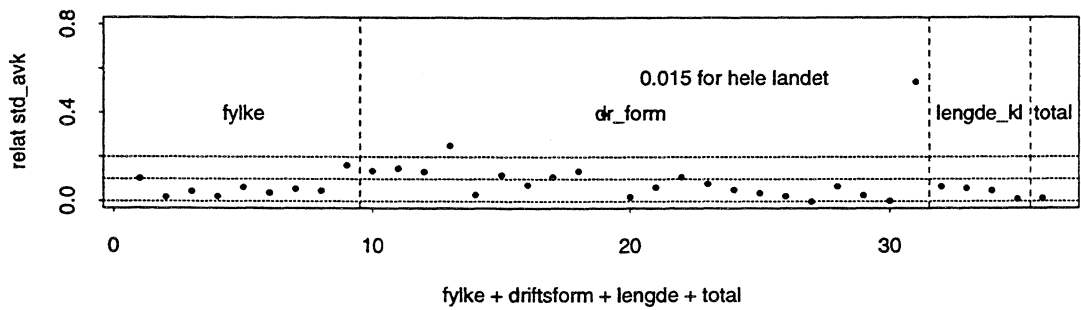
Lignende simulering har vi også gjort for små båter under Selvveid- og PMS-allokering. Spesielt her har vi forsøkt å redusere utvalgsstørrelsen på landsnivået. Den ble satt til 248, utvalget for små båter i 1996 består av 400 fartøy. (Vi skal komme tilbake til dette punktet.) Som vist i figur 2.2, for fangstmengde på små båter betyr PMS-allokering kun en liten variansreduksjon på landsnivå uansett hvilken estimator man bruker, i forholdet til Selvveid-allokering.

**Figur 2.1 Sammenligning av forskjellige allokeringsstrategier
(med 430 - 440 fartøy fra populasjon for store båter, 1996)**

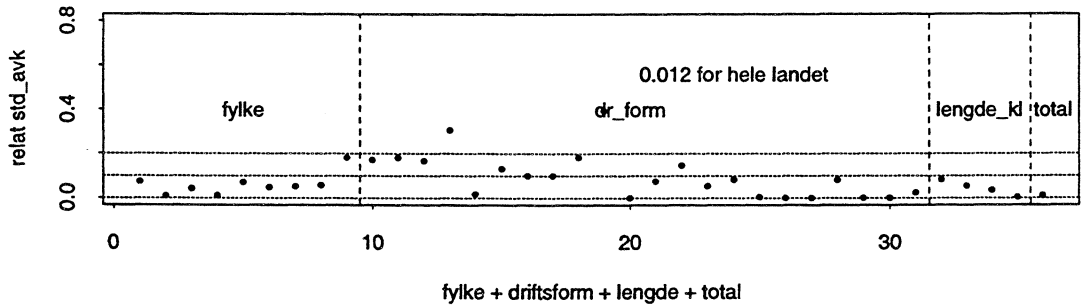
Est_str for fangstmengde under Selvveid_allokering og ETU_trekking



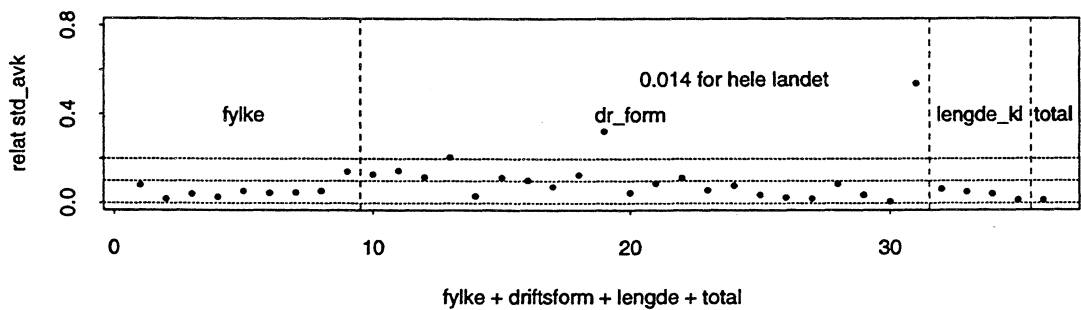
Est_str for fangstmengde under Selvveid_allokering_II og ETU_trekking



Est_str for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking

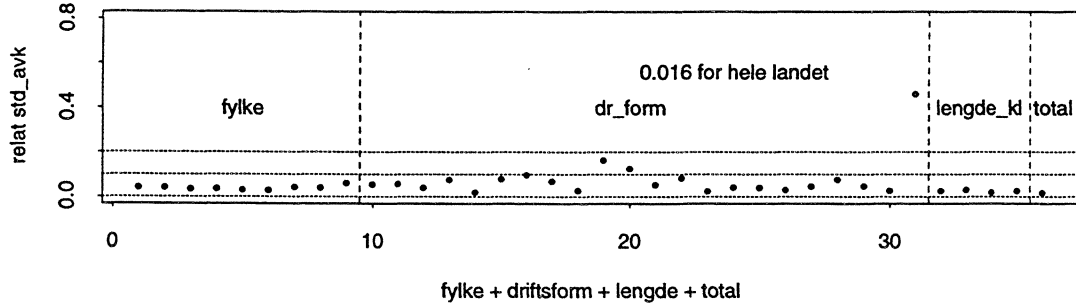


Est_str for fangstmengde under PMS_allokering_II og ETU_trekking

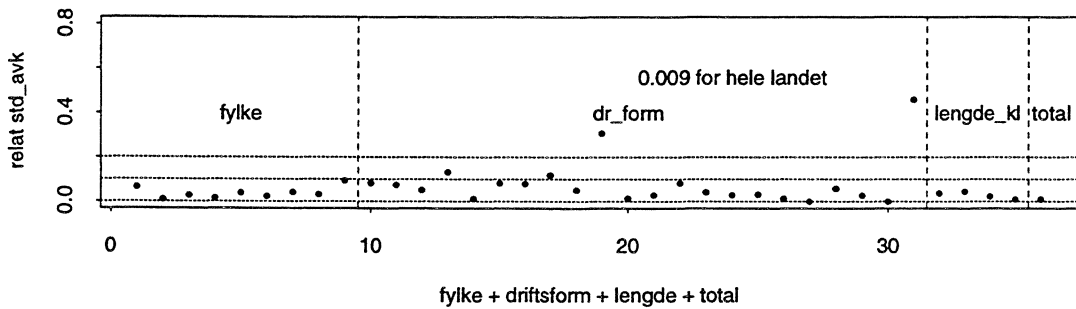


Figur 2.1 (forts.) Sammenligning av forskjellige allokeringsstrategier (med 430 - 440 fartøy fra populasjon for store båter, 1996)

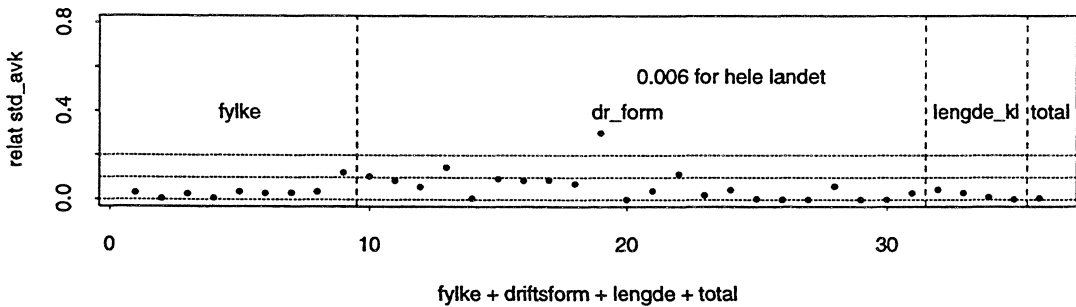
Est_rat for fangstmengde under Selvveid_allokering og ETU_trekking



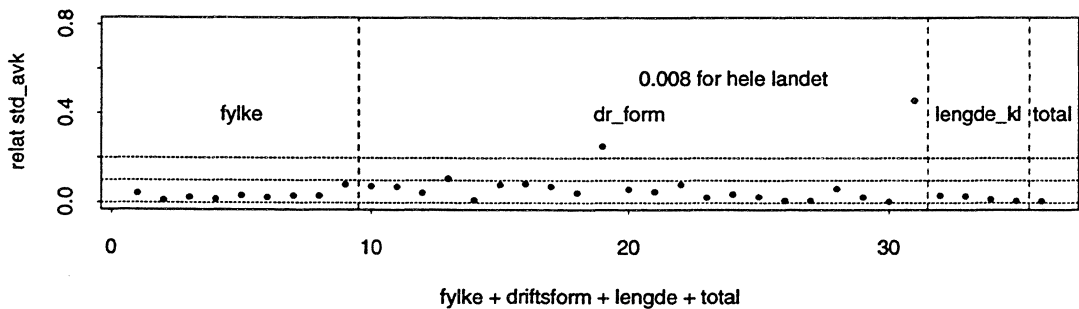
Est_rat for fangstmengde under Selvveid_allokering_II og ETU_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking

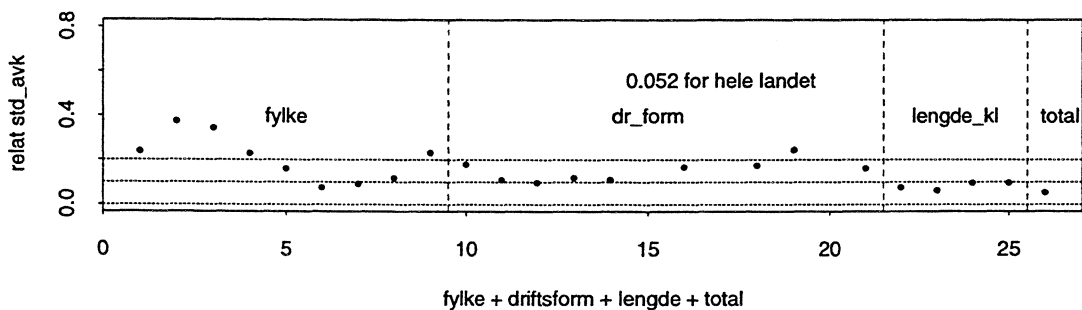


Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering_II og ETU_trekking

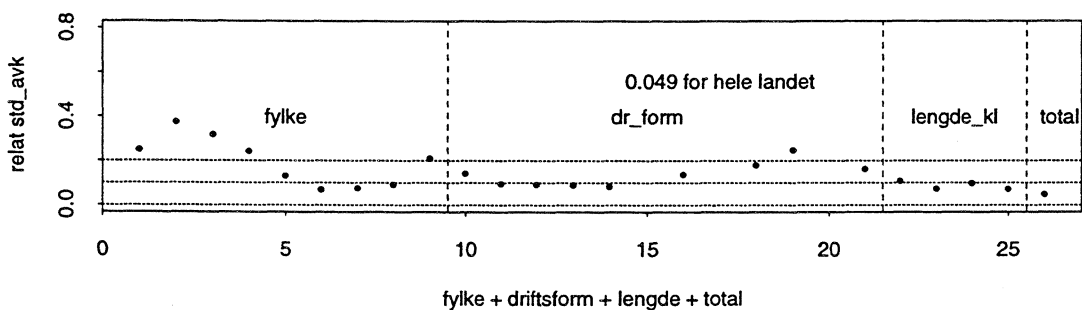


**Figur 2.2 Sammenligning av forskjellige allokeringsstrategier
(med 248 fartøy fra populasjon for små båter, 1996)**

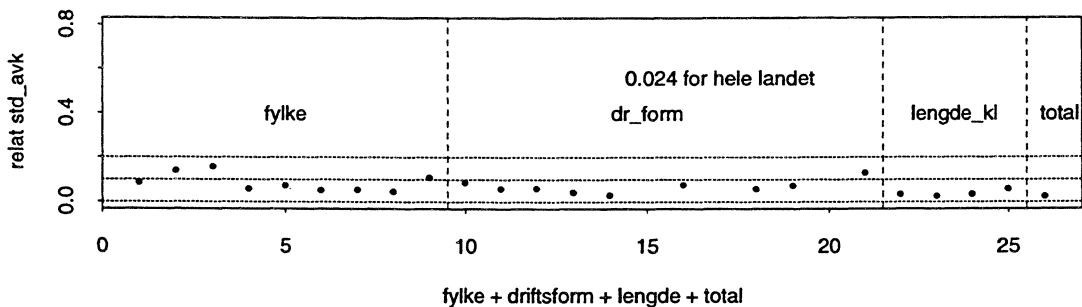
Est_str for fangstmengde under Selvveid_allokering og ETU_trekking



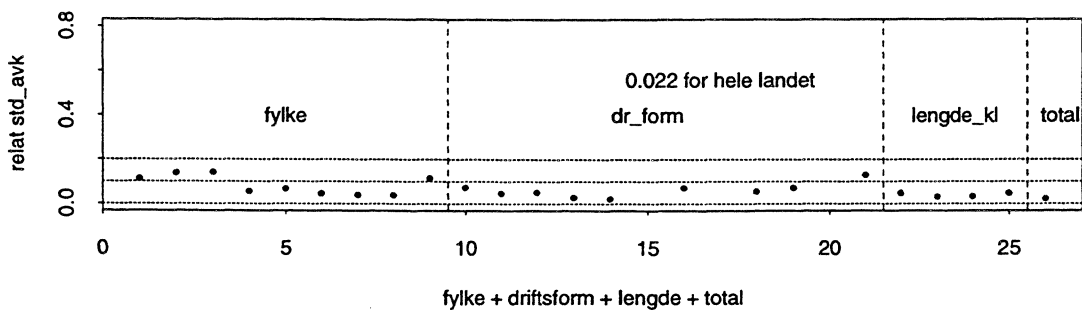
Est_str for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_rat for fangstmengde under Selvveid_allokering og ETU_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



3.4.2 Mer om Allokering av utvalgsstørrelser

Det er flere detaljer som er verdt å trekke fram:

- (i) Dagens utvalg er “selvutplukkende” i den forstand at det er frivillig å svare. Selvveid-allokering svarer derfor til den forventete allokering implisert av dagens utvalgsplan, dersom alle fartøy ‘plukker seg selv ut’ med like stor sannsynlighet, noe som det egentlig er liten grunn til å tro på.

Først litt notasjon:

i	driftsform
j	lengdeklasse
k	fylke
$N_{i,j,k}$	antall fartøy i populasjons-stratum, driftsform i , lengdeklasse j og fylke k
$n_{i,j,k}$	antall fartøy i utvalgs-stratum, driftsform i , lengdeklasse j og fylke k
$X_{i,j,k}$	total fangstinntekt i populasjonen, driftsform i , lengdeklasse j og fylke k
N	antall fartøy i hele populasjonen
n	antall fartøy i utvalget

- (ii) La $N_{i,j,k}$ betegne antall fartøy i populasjon_stratum med kombinasjon driftsform i , lengdeklasse j og fylkesnummer k . La $X_{i,j,k}$ betegne total fangstinntekt i dette stratum. La utvalgsstørrelse for hele landet være n , der $n_{i,j,k}$ av dem kommer fra stratum (i,j,k) . La N og X betegne henholdsvis antall fartøy og total fangstinntekt i hele populasjonen. Selvveid-allokering gir oss

$$\frac{n_{i,j,k}}{n} = \frac{N_{i,j,k}}{N}$$

Mens PMS-allokering gir oss

$$\frac{n_{i,j,k}}{n} = \frac{X_{i,j,k}}{X} = \frac{N_{i,j,k}}{N} * \frac{\bar{X}_{i,j,k}}{\bar{X}}$$

der \bar{X} står for gjennomsnittlig fangstinntekt i hele populasjonen og $\bar{X}_{i,j,k}$ er gjennomsnittlig fangstinntekt i stratum (i,j,k) . På denne måten ser man klart hvordan PMS-allokering justerer på Selvveid-allokering ved å ta hensyn til tilleggsvariabelen.

- (iii) Under PMS-allokering kan det hende at den direkte beregnete $n_{i,j,k}$ avrundes til null, eller til et tall som er større enn $N_{i,j,k}$. I det første tilfellet setter vi $n_{i,j,k}$ til 1, og i den andre til $N_{i,j,k}$.

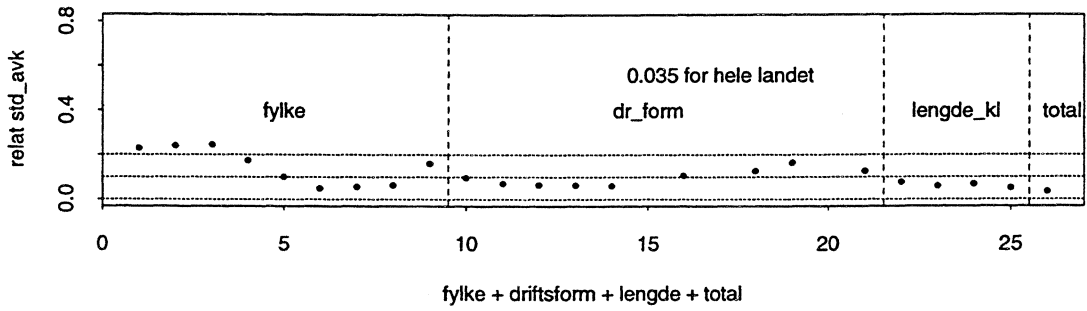
Der $n_{i,j,k} = N_{i,j,k}$ har vi en totaltelling. For å komme til en bestemt n må man gjenta beregningen, muligens flere ganger, for populasjonen etter at de to typer ekstreme strata er tatt bort.

- (iv) *PMS-allokering resulterer i praksis til nesten totaltelling blant alle store båter som hører til lengdeklasse 4, mao. de største båtene i fiskeri der variasjon i data også er størst. (Detaljert plan for begge populasjonene under PMS-allokering finnes i vedlegg A.) Man kan lese dette tydelig i figurene 2.1, der det relative standardavviket til begge estimatorene for den marginale totalen reduseres betydelig for de 4 lengdeklassene under PMS-allokering. I motsetning ligger de omtrent konstant under Selvveid-allokering.*
- (v) Grunnen til at PMS-allokering har liten effekt på små båter henger sammen med at det er ikke så stor forskjell blant 'store' og 'små' som i tilfellet med store båter.
- (vi) Det forstås at *spørsmålet om hvor mange fartøy som bør være med i lønnsomhetsundersøkelsen skal avgjøres både mht. krav på presisjon og rammebetingelse til ressurs. Anta at kostnaden ved å undersøke en stor båt er omtrent tre ganger⁸ så stor som det er ved en liten båt. Vi har vi forsøkt med å 'flytte' ca. 150 små båter til ca. 50 store båter, samtidig som den totale kostnaden holdes på dagens nivå. Den økte usikkerhet er for små båter må vurderes mht. det faktum at de store båtene utgjør over 80 prosent av den totale fiskeriinntekten. For å indikere hvor mye bedre resultatene for små båter vil bli dersom man fortsetter med dagens utvalgsstørrelse, har vi i figur 2.2.1 vist simuleringsresultater basert på 395 små båter i utvalget for hele landet: *de ca. 150 ekstra båtene halverer omtrent variansen til estimatorene, dvs. standardavviket reduseres med 30%.**
- (vii) **Vi konkluderer at PMS-allokering med fangstinntekt som tilleggsvARIABLE bør anvendes på store båter (13 m st.l. og over), og at man kan velge mellom Selvveid- eller PMS-allokering blant små båter (8.0 - 12.9 m st.l).**

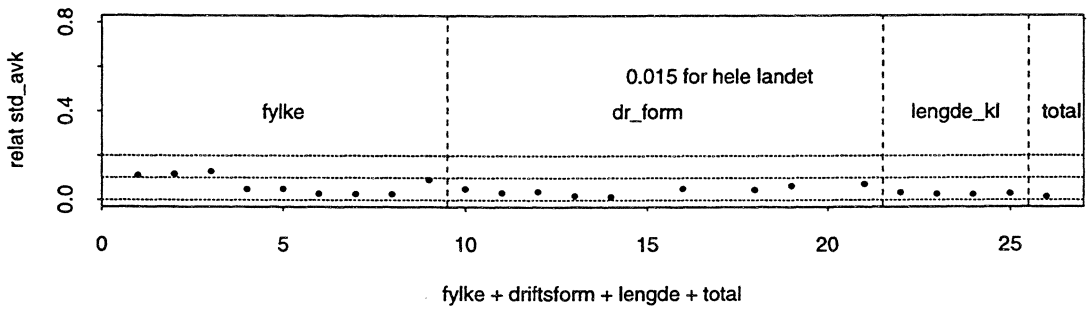
⁸ Basert på opplysning fra Anders Østreim på møtet ved SSB i desember 1998.

**Figur 2.2.1 PMS-allokering for større utvalg
(med 395 fartøy fra populasjon for små båter, 1996)**

Est_str for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



3.4.3 Trekking innen hvert ikke-tomt stratum

ETU-trekking, dvs. enkelt tilfeldig og uten tilbakelegging, er den enkleste måte å trekke på. Alternativt kan trekking foregå på en slik måte at de forskjellige fiskebåtene innen et ikke-tomt stratum blir trukket med forskjellig sannsynlighet.

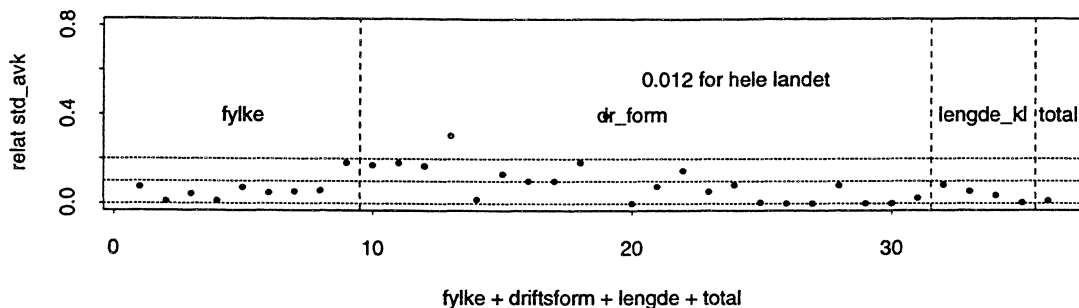
Vi har sammenlignet ETU-trekking med *PPS-trekking*, der en fiskebåt er trukket med en sannsynlighet proporsjonal med dens fangstinntekt. Under PPS-trekking har man en forventningsrett estimator i den såkalte *Horvitz-Thompson estimator* (Est_{ht}), som estimerer stratumtotalen ved å vekte observasjonene *omvendt proporsjonalt med deres treksannsynligheter*. Siden treksannsynligheten er bestemt av tilleggsstørrelsen, er Est_{ht} også en slags rateestimator. (Forskjellen er at Est_{rat} bruker forholdet til gjennomsnitt, mens Est_{ht} bruker gjennomsnittet til forholdet.)

Igjen brukte vi 500 repetisjoner ved simulering. Resultater for store båter er vist i figur 3.1, og små båter i figur 3.2. Man ser at Est_{rat} har i begge tilfeller klart å gjenvinne effisiens som ellers ville ha gått tapt fra PPS-trekking til ETU-trekking. Samtidig er variansen til Est_{rat} omtrent den samme under begge trekkingsmetoder.

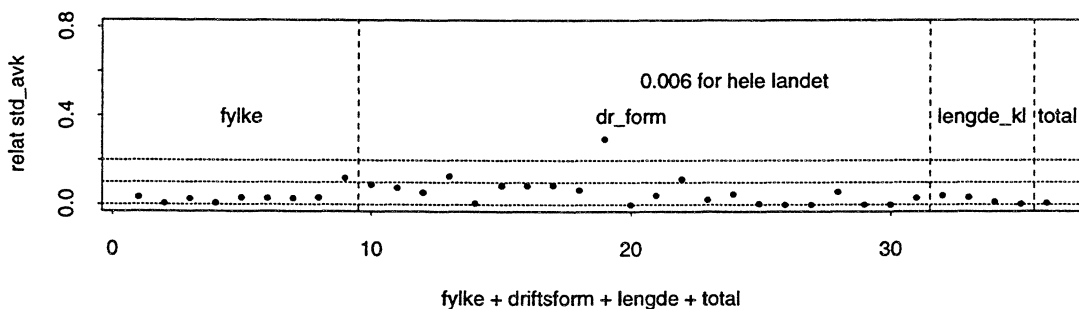
Vi konkluderer med at *ETU-trekking (innen hvert ikke-tomt stratum) kan anvendes både for store (13 m st.l. og over) og små båter (8.0 -12.9 m st.l.)*.

**Figur 3.1 Sammenligning av ETU- og PPS-trekking
(med 434 fartøy fra populasjon for store båter, 1996)**

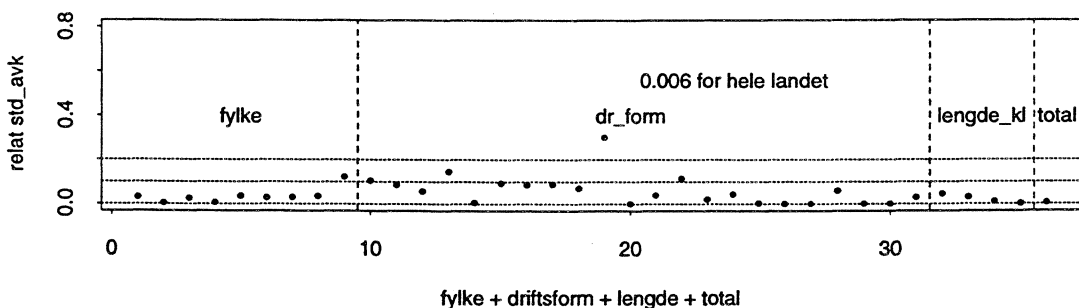
Est_str for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



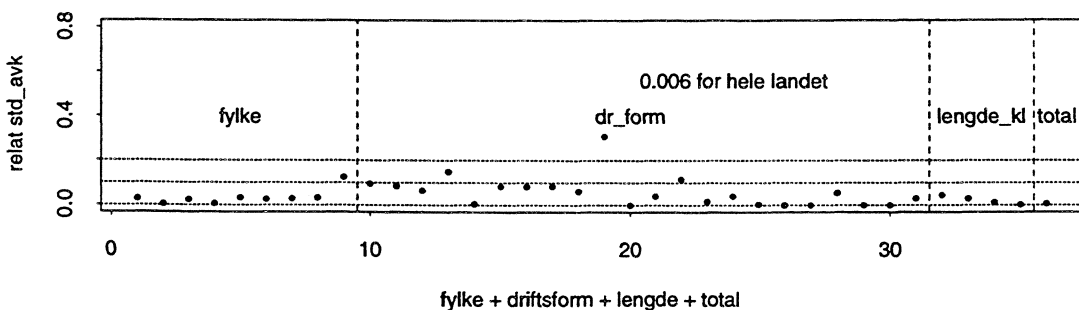
Est_ht for fangstmengde under PMS_allokering og PPS_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking

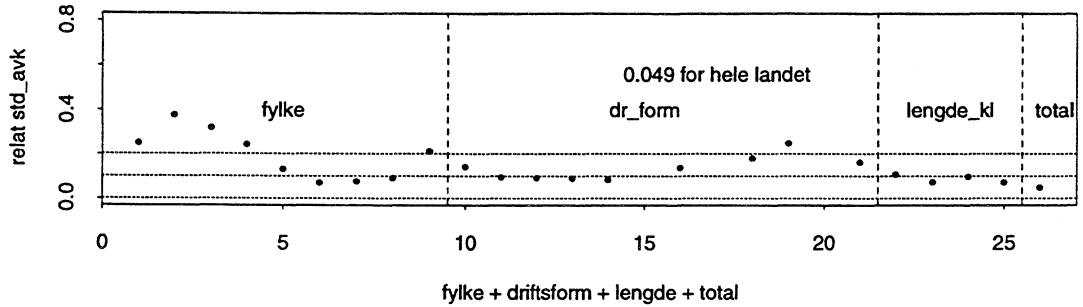


Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og PPS_trekking

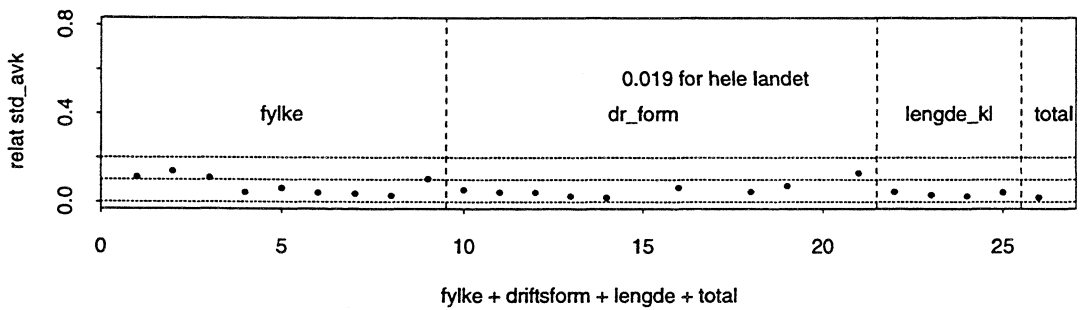


**Figur 3.2 Sammenligning av ETU- og PPS-trekking
(med 248 fartøy fra populasjon for små båter, 1996)**

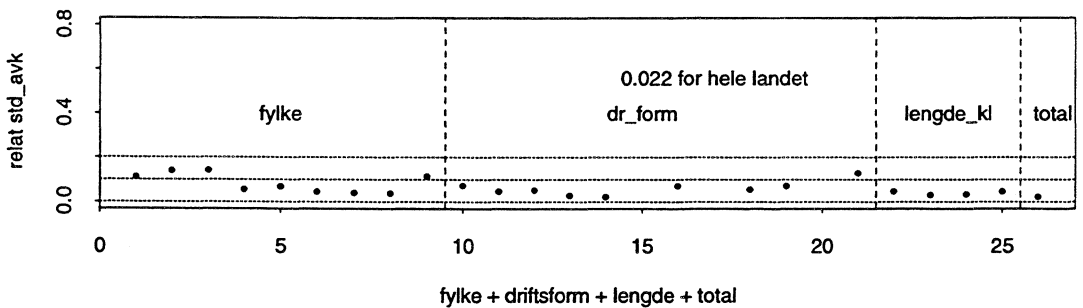
Est_str for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



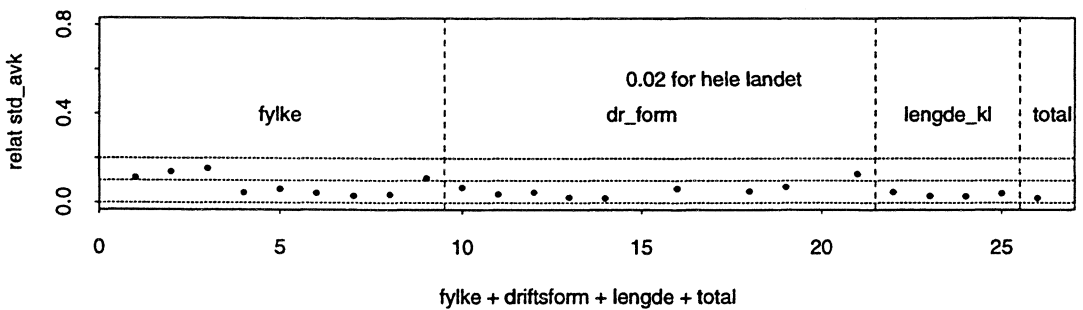
Est_ht for fangstmengde under PMS_allokering og PPS_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_rat for fangstmengde under PMS_allokering og PPS_trekking



3.4.4 Oppsummering

Det foreslås å trekke et stratifisert utvalg blant henholdsvis små og store fiskebåter i følgende tre trinn:

1. **Stratifisering:** Kryssklassifiser alle aktuelle små (eller store) fiskebåter etter kjennemerke (i) driftsform, (ii) lengdeklasse, og (iii) fylke.
2. **PMS-allokering:** For alle ikke-tomme strata en utvalgsstørrelse proporsjonal med størrelse (PMS) bestemt av den totale fangstinntekten i dette stratum --- sørg for at den alltid er større eller lik en, og mindre eller lik antall fartøy i det aktuelle stratum i populasjonen.
3. **ETU-trekking:** Trekk fiskebåter enkelt tilfeldig og uten tilbakelegging (ETU) fra alle ikke-tomme strata etter de tildelte utvalgsstørrelser.

3.5 Estimeringsmetode

3.5.1 Generelt

Med PMS-allokering av utvalgsstørrelser og ETU-trekking innen hvert ikke-tomt stratum, blir den stratifiserte estimatoren (Est_{str}) forventningsrett, uansett hvilken total man estimerer. Den stratifiserte rateestimatoren (Est_{rat}) er nesten aldri helt forventningsrett. Men dersom den variabelen man estimerer totalen for har god samvariasjon med fangstinntekt, vil Est_{rat} gi en betydelig variansreduksjon.

Vi har studert problemstillingen nærmere vha. simulering. Ta f.eks. de store båtene i utvalget for 1996, og bruk disse som en kunstig populasjon (i alt 394 fiskebåter), som vi har fasitten på. Nå simulerer vi først et utvalg under PMS-allokering og ETU-trekking. Så estimerer vi den totalen vi er interessert i med både Est_{str} og Est_{rat} . Til sammen gjentar vi dette 500 ganger, og bruker resultatene til å evaluere skjevheter og varianser til begge estimatorene. Forsøksvis satte vi utvalgsstørrelsen for hele landet til 149 for store båter og 118 for små båter (fra i alt 400 fartøy i utvalg 1996).

3.5.2 Driftsinntekt, kostnader, driftsresultat og lønnsevne

Spesielt har vi lagt vekt på de to nøkkelvariabler, nemlig driftsresultat og lønnsevne, der driftsresultat per definisjon er differansen mellom driftsinntekt og sum_kostnad.

De første fire plottene i figur 4.1 viser relativt standardavvik til Est_str for disse fire variablene for store båter, og de siste fire for Est_rat. Man ser at, for store båter:

- (a) Est_rat gir en variansreduksjon på 95% for driftsinntekt, og 75% for sum_kostnad i forholdet til Est_str,
- (b) videre gir Est_rat en variansreduksjon på over 50% for lønnsevne,
- (c) det er ingen forskjell i effisiens mellom Est_rat og Est_str for driftsinntekt.

Det siste fordi driftsresultat som et nettobeløp er mye mindre enn driftsinntekt og sum_kostnad, som er på omtrent samme størrelsen.

Det bør merkes at Est_rat, som er nesten forventningsrett både for driftsinntekt og sum_kostnad, kan likevel ha noen større skjevhet i driftsresultat i forholdet til Est_str, som uansett er forventningsrett. Dette har vi sett litt nærmere på ved å estimere driftsresultat på følgende fire forskjellige måter:

- (i) Est_rat (for driftsinntekt) - Est_rat (for sum_kostnad),
- (ii) Est_rat (driftsinntekt) - Est_str (sum_kostnad),
- (iii) Est_str (driftsinntekt) - Est_rat (sum_kostnad),
- (iv) Est_str (driftsinntekt) - Est_str (sum_kostnad).

Resultater er vist i figur 4.1.1. Det virker som om Est_rat for sum_kostnad bidro mest til skjevheten.

Det er flere faktorer som spiller inn i valget her:

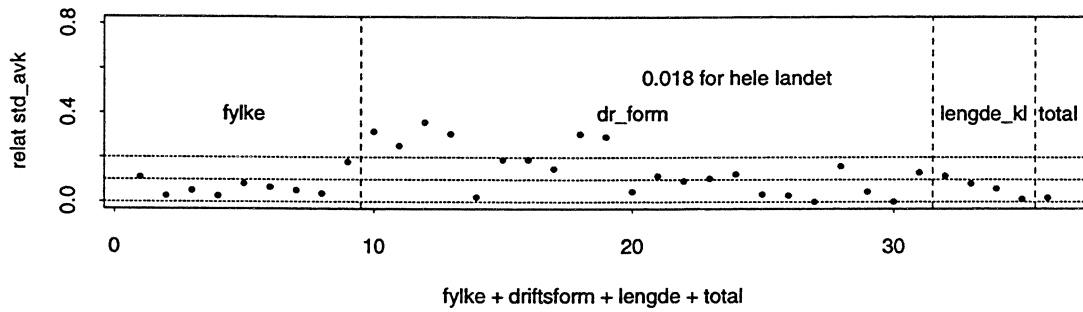
- (1) dersom man velger Est_str pga. hensyn til driftsresultat, må man se vekk fra den enorme gevinsten man får ved Est_rat for driftsinntekt, og flere poster om kostnad, variansreduksjonen for enkelte kostnadsposter kan variere litt fra f.eks. ca. 40% for *drivstoff* til ca. 85% for *arbeidsgodtgjørelse*:
- (2) det er variansen som tross alt dominerer den totale usikkerheten til estimatoren, som er omtrent det samme når det gjelder Est_str og Est_rat for driftsresultatet, den totale usikkerheten (målt ved varians pluss kvadratiske skjevhet) øker med ca. 10% fra Est_str til Est_rat for driftsresultatet:
- (3) det er viktig å påpeke at *skjevheten i Est_str vil mest sannsynlig bli større i praksis pga. frafall*, som i sin tur resulterer i tomme strata i utvalget.

Resultater for små båter i figur 4.2 viser stort sett det samme mønstret:

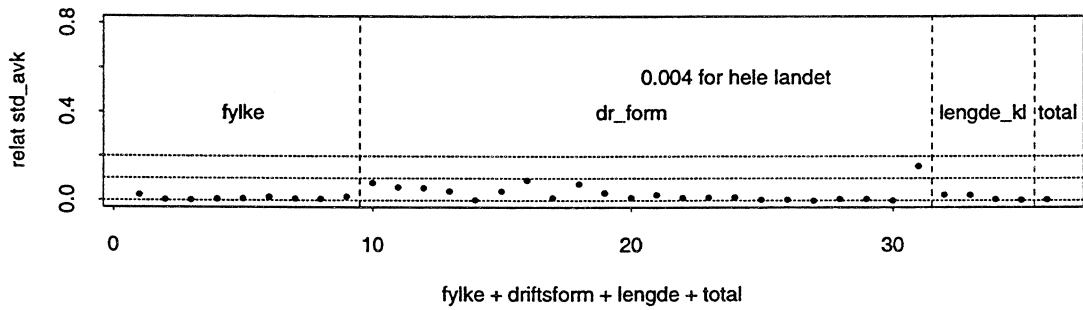
- (a) Est_rat gir en variansreduksjon på over 95% for driftsinntekt, over 80% for sum_kostnad, og over 60% for lønnsevne,
- (b) det er ingen forskjell mellom Est_rat og Est_str for driftsresultat, samtidig som estimatorene virker mye mer usikre enn for store båter.

Figur 4.1 Sammenligning av estimator for store båter (utvalg 1996)

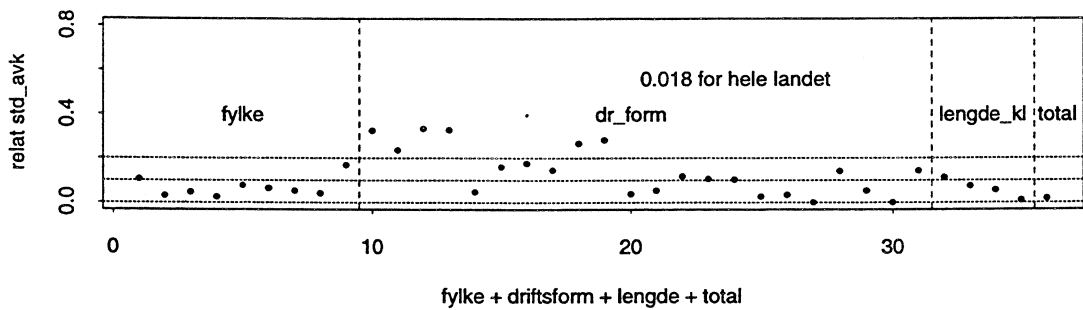
Est_str for driftsinntekt under PMS_allokering og ETU_trekking



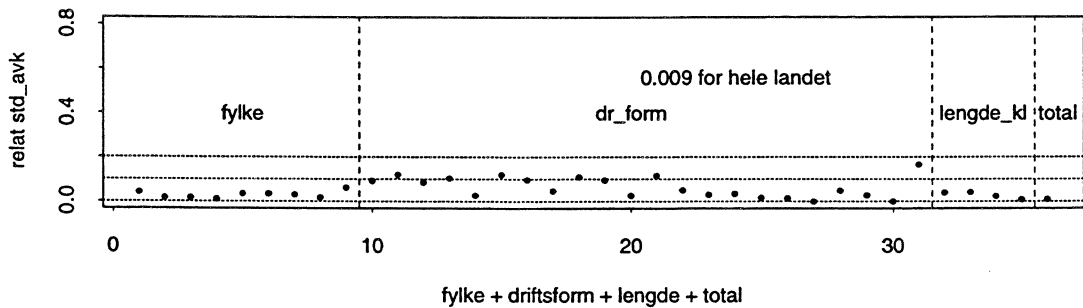
Est_rat for driftsinntekt under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_str for sum_kostnad under PMS_allokering og ETU_trekking

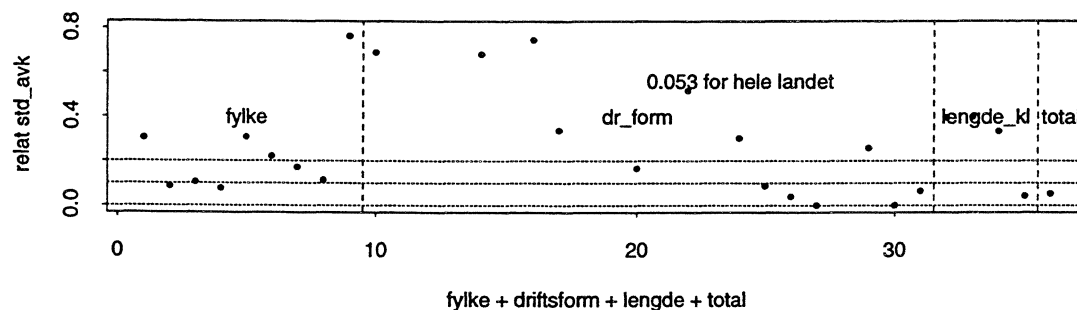


Est_rat for sum_kostnad under PMS_allokering og ETU_trekking

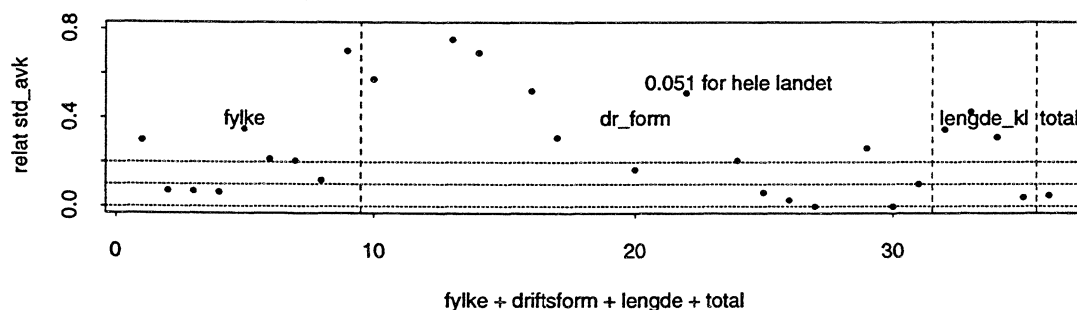


Figur 4.1 (forts.) Sammenligning av estimator for store båter (utvalg 1996)

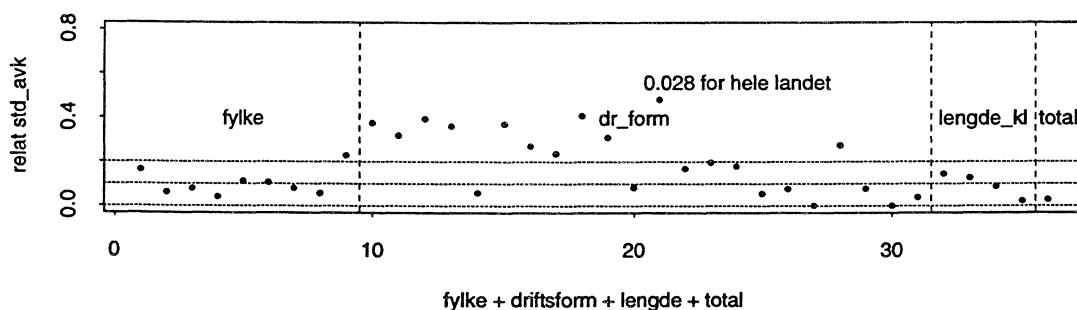
Est_str for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



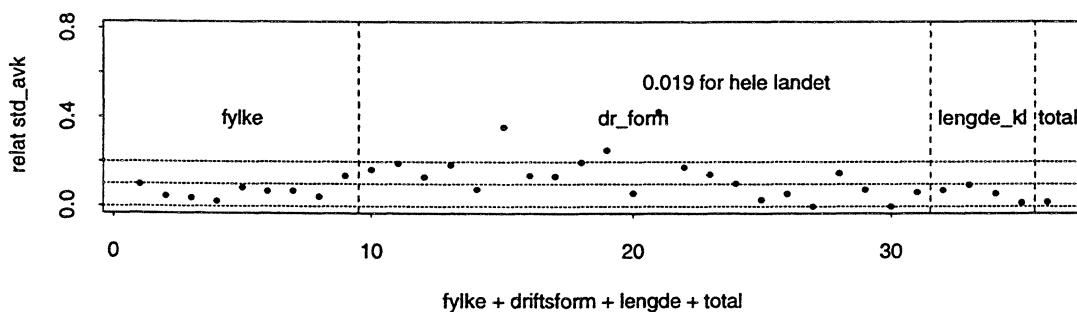
Est_rat for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_str for lønnssevne under PMS_allokering og ETU_trekking

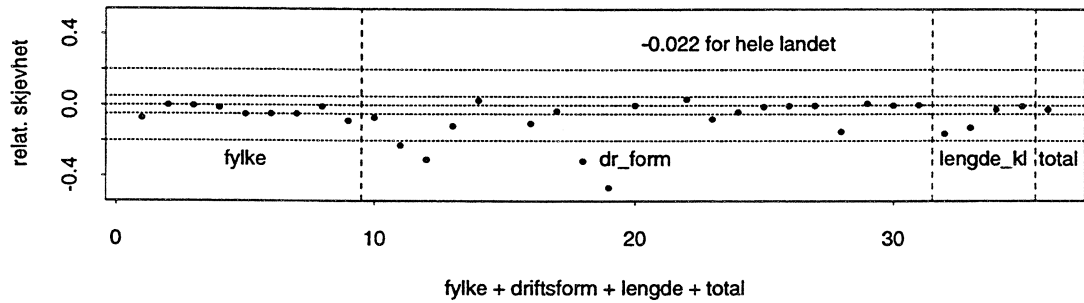


Est_rat for lønnssevne under PMS_allokering og ETU_trekking

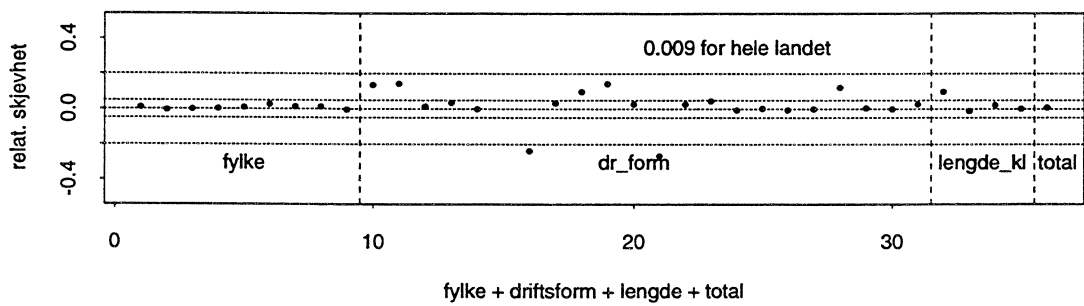


**Figur 4.1.1 Sammenligning av estimator for driftsresultat
(store båter, utvalg 1996)**

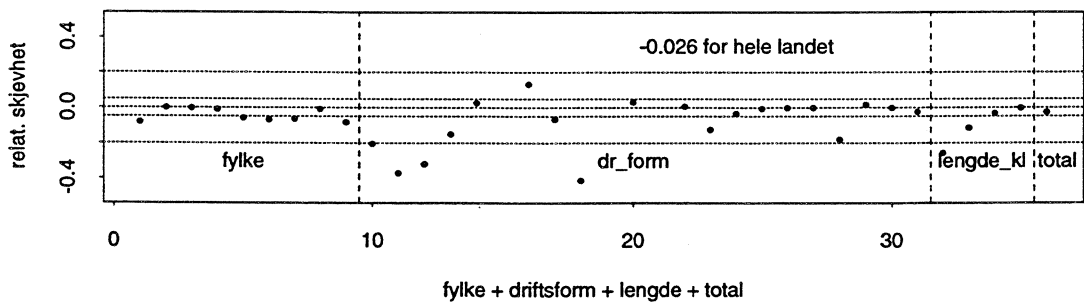
(Est_rat-Est_rat) for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



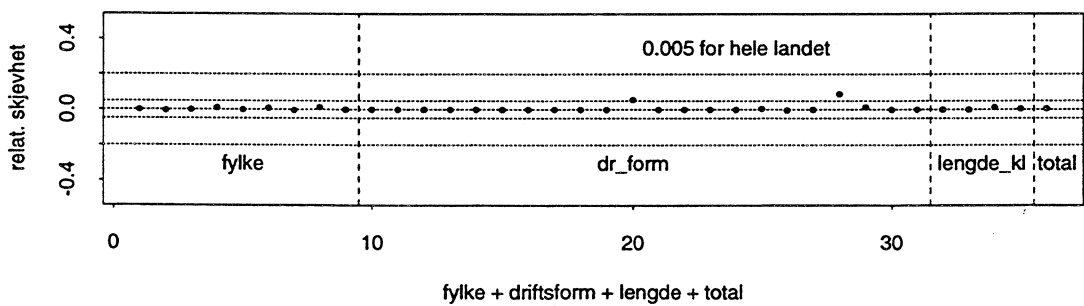
(Est_rat-Est_str) for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



(Est_str-Est_rat) for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking

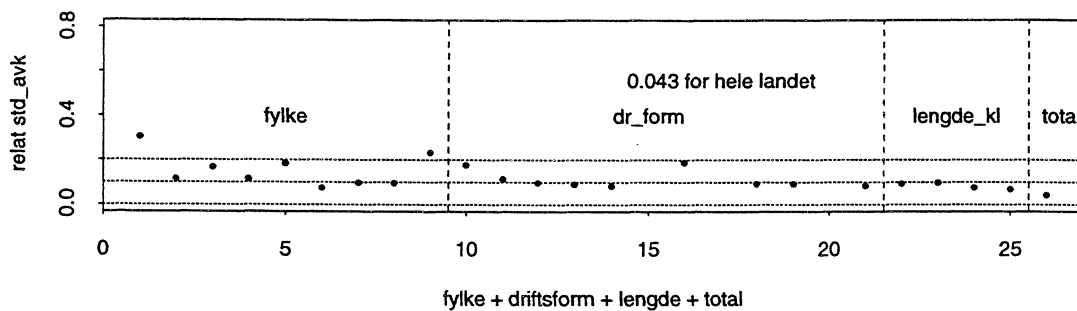


(Est_str-Est_str) for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking

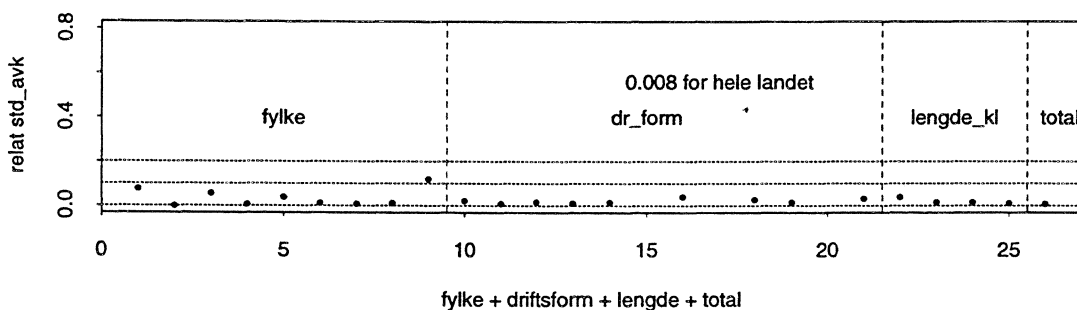


Figur 4.2 Sammenligning av estimator for små båter (utvalg 1996)

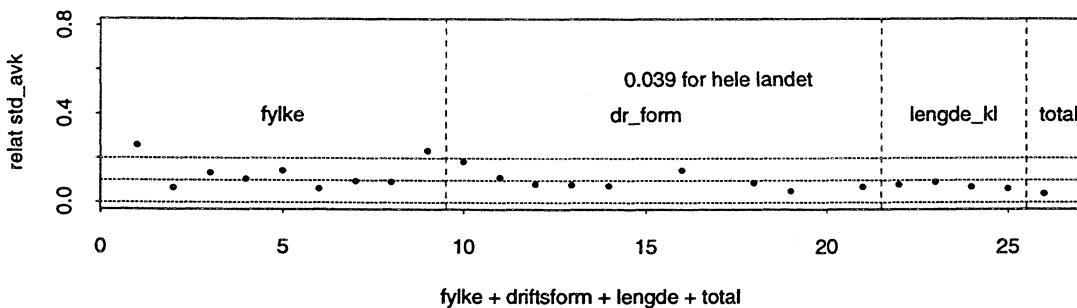
Est_str for driftsinntekt under PMS_allokering og ETU_trekking



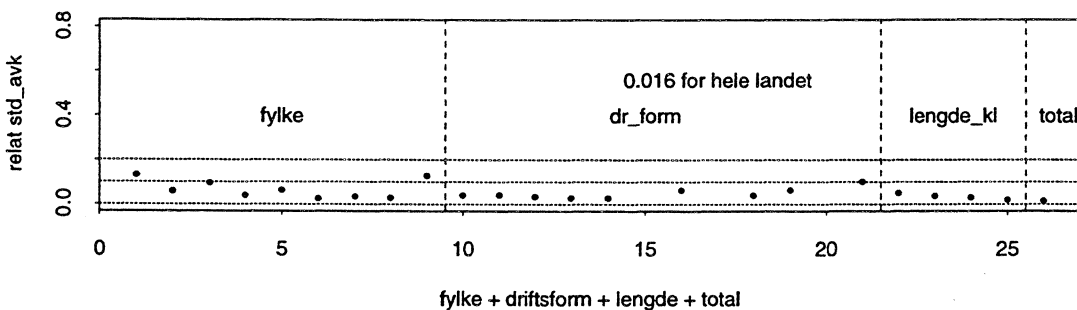
Est_rat for driftsinntekt under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_str for sum_kostnad under PMS_allokering og ETU_trekking

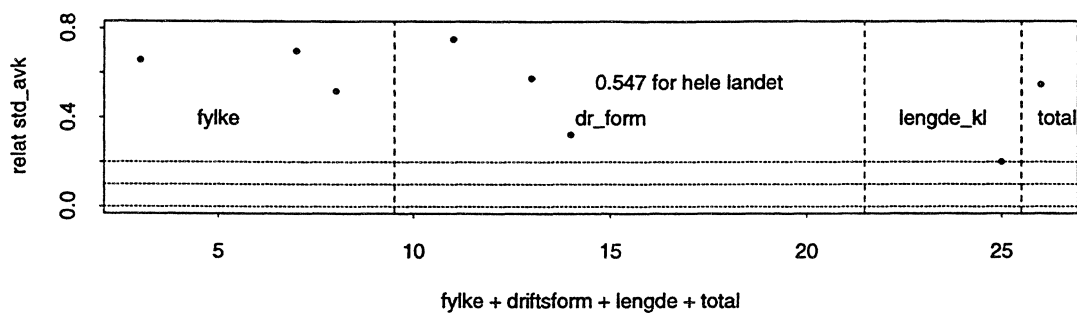


Est_rat for sum_kostnad under PMS_allokering og ETU_trekking

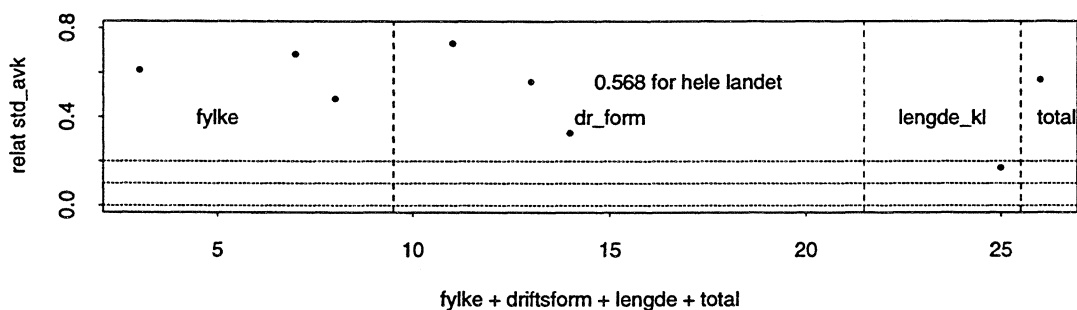


Figur 4.2 (forts.) Sammenligning av estimator for små båter (utvalg 1996)

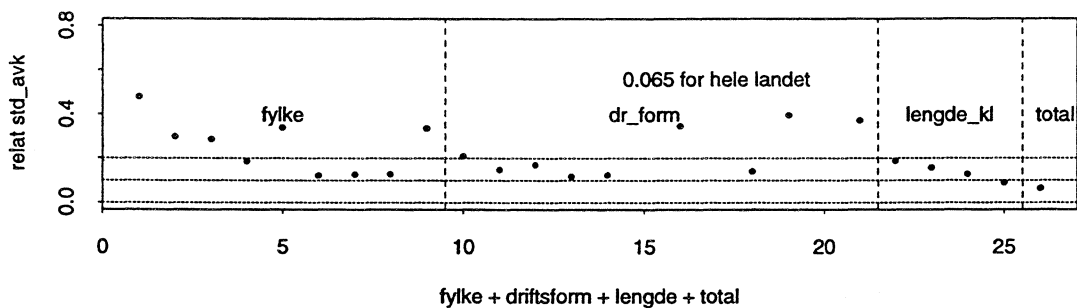
Est_str for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



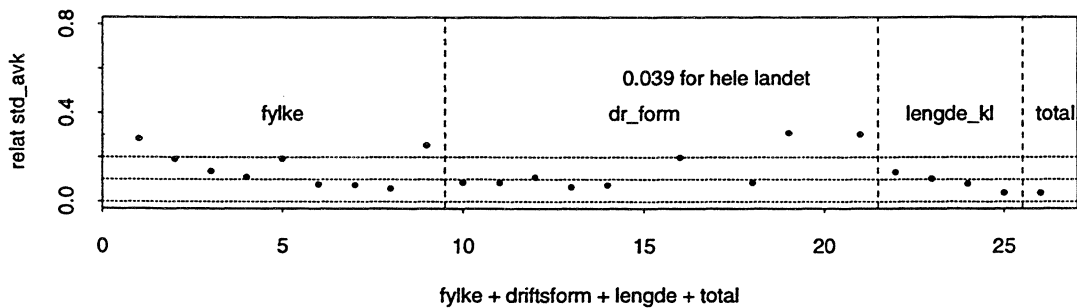
Est_rat for driftsresultat under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_str for loennsevne under PMS_allokering og ETU_trekking



Est_rat for loennsevne under PMS_allokering og ETU_trekking

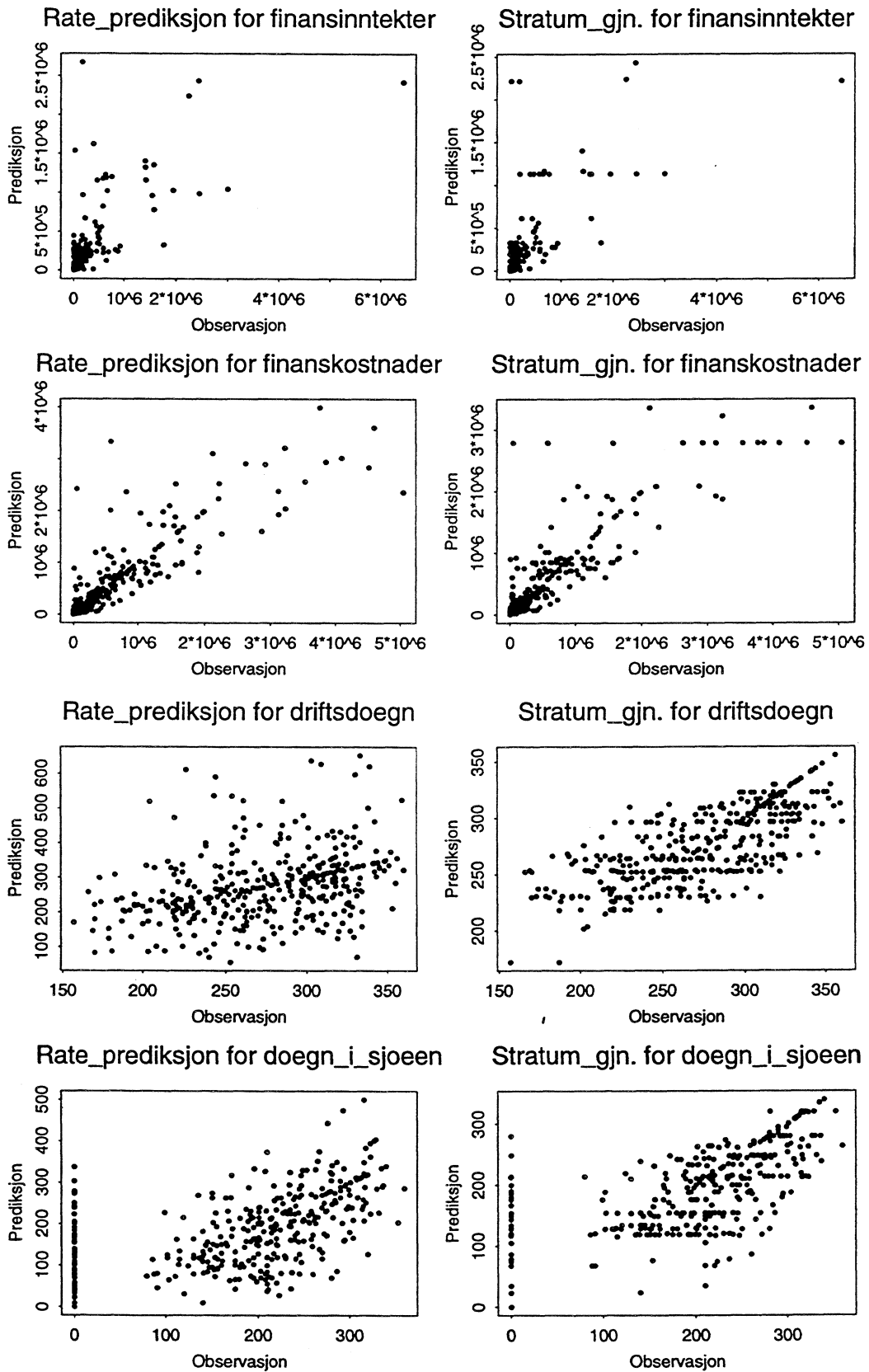


3.5.3 Andre undersøkelsesvariabler

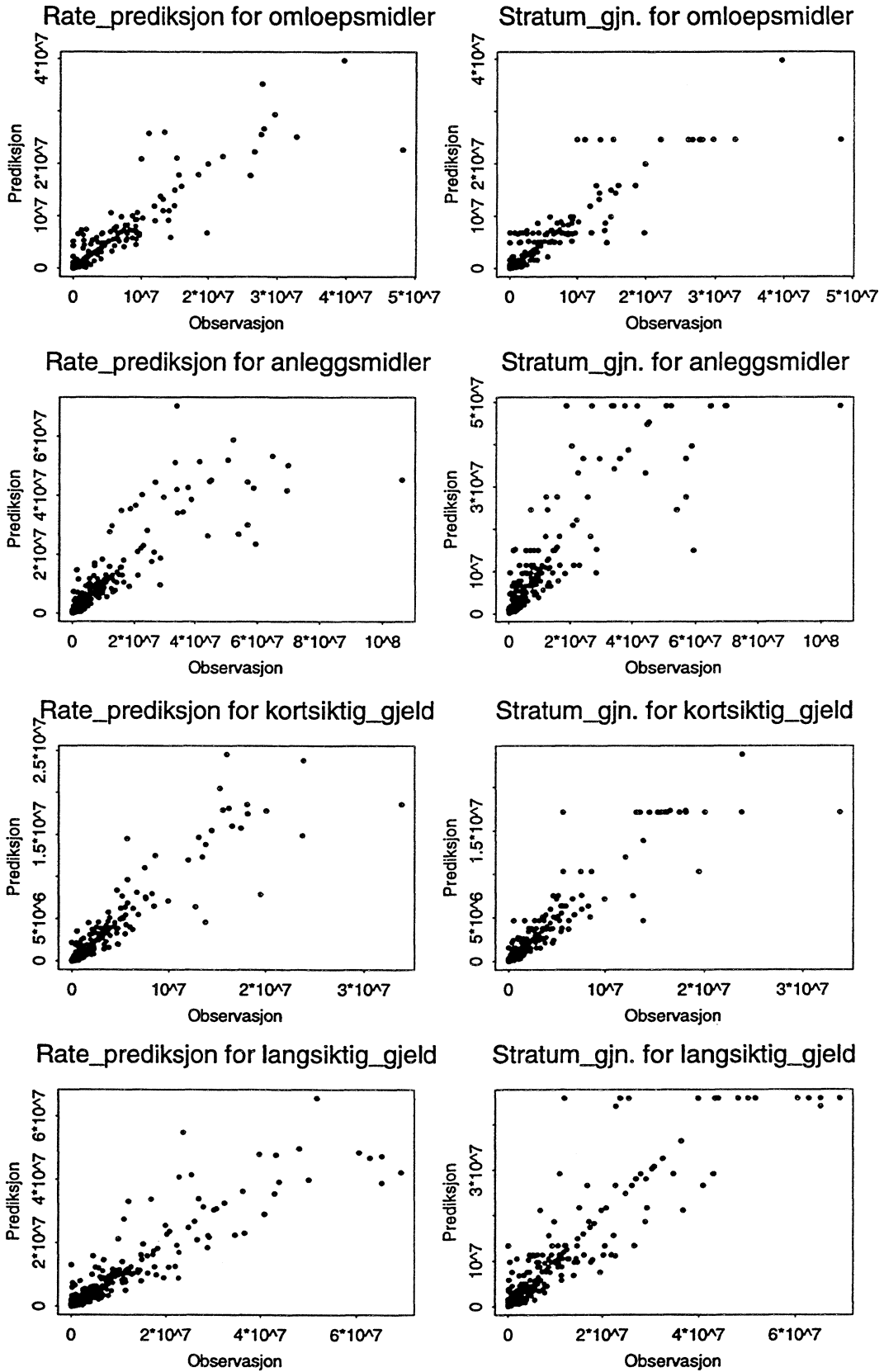
Det finnes flere undersøkelsesvariabler som var gjort tilgjengelige for analysen. Man kan vurdere om Est_rat eventuelt har noen variansreducerende effekt på dem i forholdet til Est_str, ved å gå gjennom definisjonen til undersøkelsesvariabelen for å se om det er grunn til å tro på en rimelig samvariasjon med fangstinntekt. Ellers har vi tatt en enkel gjennomgang på samme måten som tidligere (avsnitt 3.3) da vi anskueliggjorde fangstinntekt som tilleggsvariabel for driftsinntekt, sum_kostnad og lønnsevne.

Figur 5 viser resultater for store båter, inkl. *finansinntekter, finanskostnader, omløpsmidler, anleggsmidler, kortsiktig_gjeld, langsiktig_gjeld, driftsdøgn og døgn_i_sjøen*. Ingen sted har man merket nevnerdige effekter av fangstinntekt. (Det samme gjelder også for små båter uten at detaljene er tatt med her.)

**Figur 5 Fangstinntekt som tilleggstørrelse for andre variabler
(store båter, utvalg 1996)**



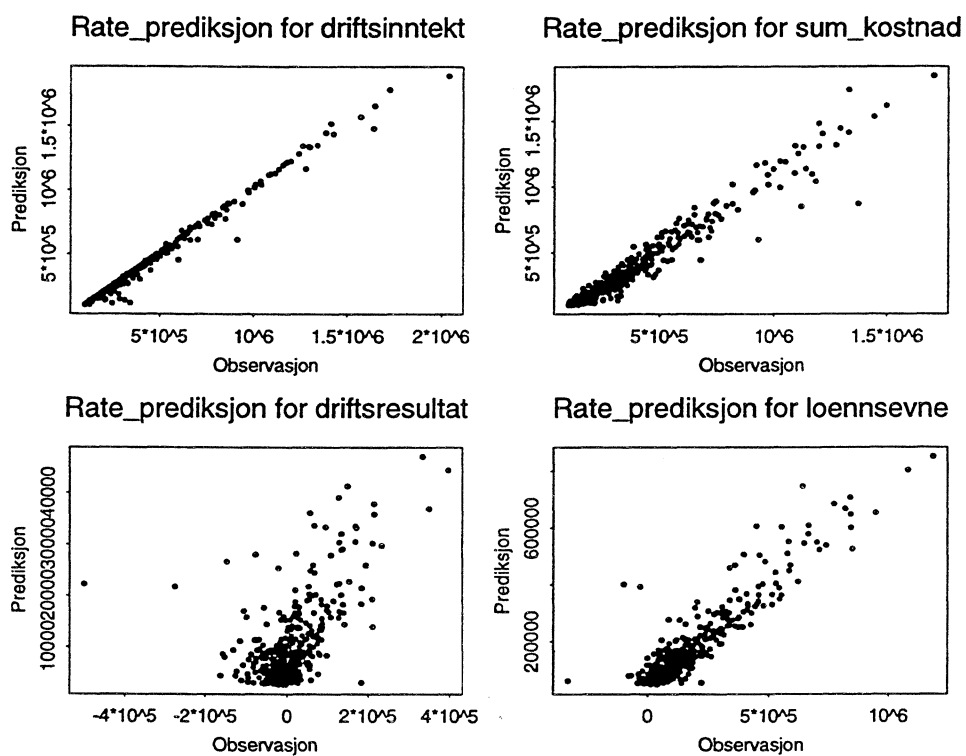
**Figur 5 (forts.) Fangstinntekt som tilleggstørrelse for andre variabler
(store båter, utvalg 1996)**



3.5.4 Fangstinntekt som tilleggsstørrelse under omgruppering blant små båter

Vi har nokså enkelt undersøkt spørsmålet om *hvordan ville fangstinntekt fungere som tilleggsvariabelen ved evt. omgruppering blant små båter*. Siden man ikke er sikker på hvordan den eventuelle omgrupperingen kommer til å se ut, skal vi se bort fra stratifisering i det hele tatt. Med andre ord, lager man nå rateprediksjon for henholdsvis driftsinntekt, sum_kostnad, driftsresultat og lønnsevne overalt med den samme raten. Figur 5.1 viser disse prediksjonene mot de observerte verdiene basert på utvalget for små båter i 1996, samtidig som tabell 2 lister standardavviket til feilen i prediksjoner, dvs. differansen mellom den predikerte og den observerte verdien, ved forskjellige metoder. Stort sett er det forholdsvis små økninger i prediksjonsfeilen fra rateprediksjon med stratifisering til rateprediksjon uten stratifisering. Med andre ord, ***omgruppering blant små båter vil ikke i betydelig grad svekke fangstinntekt som tilleggsvariabel.***

**Figur 5.1 Fangstinntekt som tilleggsstørrelse for små båter
(utvalg 1996 og uten stratifisering)**



Tabell 2 Standardavvik til prediksjonsfeilen for driftsinntekt, sum-kostnad, driftsresultat og lønnsevne (små båter, utvalg 1996)

Metode	driftsinntekt	sum-kostnad	driftsresultat	lønnsevne
Stratumsgjennomsnitt	224625	198973	67712	150520
Stratumsrateprediksjon	32652	68210	62892	78631
Rateprediksjon uten stratifisering	33881	75910	71839	84290

3.5.5 Oppsummering av estimeringsmetode

- *Alle (marginale) totaler etter (i) driftsform, (ii) lengdeklasse, eller (iii) fylke fås ved å summere over de relevante stratumtotaler.*
- En stratumtotal, innen et ikke-tomt stratum, estimeres med en vektet sum av observasjonene fra det tilsvarende stratum, der vektene til disse observasjoner er bestemt ved:
 - (a) $\text{antall_fartøyer_i_populasjonen} / \text{antall_fartøyer_i_utvalget}$, dvs, den stratifiserte estimatoren (Est_str),
eller
 - (b) $\text{total_fangstinntekt_i_populasjonen} / \text{total_fangstinntekt_i_utvalget}$, dvs. den stratifiserte rateestimatoren (Est_rat),

avhengig av undersøkelsesvariabelen.
- *Spesielt for driftsinntekt, alle driftskostnader, (dermed også) driftsresultat, og lønnsevne bør rateestimatoren anvendes.*

(Formler for begge estimatorene og tilsvarende varians estimator finnes i vedlegg B.)

I kapittel 4 har vi presentert et forslag til produksjonsopplegg.

3.6 Behandling av frafall

Frafall er erfaringsmessig uunngåelig selv i undersøkelser med svarplikt. Dette kan lett resultere i tomme, eller nesten tomme, strata i utvalget. Da må man bruke visse antagelser under estimering.

Dersom vi forestiller oss at fiskeriinntekt er bestemt på grunnlag av (A) hva slags fiskeri man driver, og (B) hvor mye man fisker, så kunne man tenke seg å se bort fra kjennemerke fylke innen hver kombinasjon av driftsform (indikator for A), og lengdeklasse (for B). Med andre ord, gitt de to siste kjennemerkene, så er inntekten uavhengig av hvilket fylke et fartøy er registrert ved.

Under en slik antagelse kunne man slå sammen alle båter i utvalget som hører til den samme lengdeklassen og driftsform dersom det er nødvendig. Betegn med $U(i,j,k)$ det stratum med kjennemerke lengdeklasse i , driftsform j , og fylkesnummer k . Betegn med $U(i,j,-)$ det sammenslåtte stratum (over fylke) for gitt kombinasjon av lengdeklasse i og driftsform j . Da kan man estimere stratumtotal i $U(i,j,k)$, som forøvrig er tomt i utvalget, enten ved

- (I) $\text{antall_fartøyer_i_}U(i,j,k) * \text{gjennomsnitt_i_}U(i,j,-)$, der den siste er estimert med $\text{aktuell_total_i_utvalget_fra_}U(i,j,-)/\text{antall_fartøyer_i_utvalget_fra_}U(i,j,-)$, eller
- (II) $\text{total_fangstinntekt_i_}U(i,j,k) * \text{rate_i_}U(i,j,-)$, der den siste er estimert med $\text{aktuell_total_i_utvalget_fra_}U(i,j,-)/\text{total_fangstinntekt_i_utvalget_fra_}U(i,j,-)$.

Vi har undersøkt følsomhet til denne antagelsen på følgende måte. Simuleringen tidligere har gitt oss forventningsverdier til estimatorene for total fangstmengde i alle ikke-tomme $U(i,j,k)$. Summen av disse over k , dvs. fylke, gir oss forventningsverdier i alle $U(i,j,-)$. Dersom vi omfordeler en slik total for $U(i,j,-)$, basert på Est_str , til $U(i,j,k)$ etter antall fartøyer i de aktuelle fylkene, og sammenligner disse med fasitten i $U(i,j,k)$, så får vi de tilsvarende forventete skjevhetene. Disse indikerer følsomhet i metode I overfor antagelsen. Hvis vi derimot omfordeler en total for $U(i,j,-)$, basert på Est_rat , etter total fangstinntekt i de aktuelle fylkene, så vil resultatene indikere følsomhet i metode II.

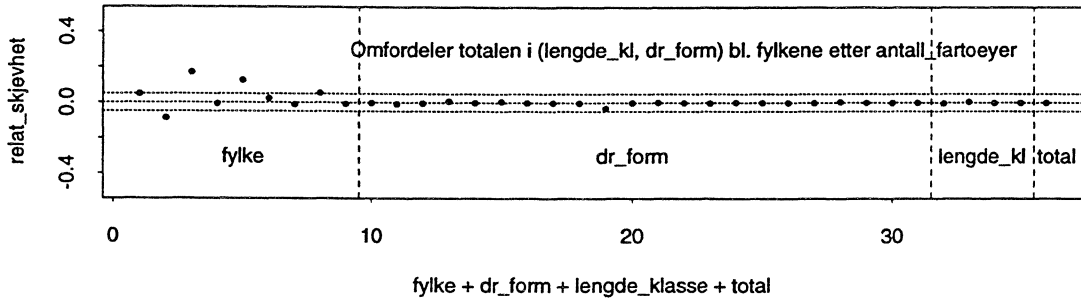
Resultatene fra en slik øvelse for henholdsvis store og små båter er plottet i figur 6.1 og 6.2. Disse viser at de største relative skjevhetene skjer på de minste fylkene. F.eks. Trøndelag (pkt. nr. 5) for store båter, og Rogaland (pkt. nr. 1) og Øvrige sørlands fylker (pkt. nr. 9) for små båter. Samtidig fungerer metode II litt bedre enn metode I i dette tilfellet med fangstmengde. Dette er mest pga. stor samvariasjon mellom fangstmengde og fangstinntekt. **Generelt bør man anvende metode I sammen med Est_str , og metode II sammen med Est_rat .**

Legg merke til at i praksis bruker man metode I eller II bare på de strata som er tomme i utvalget. I de strata med høy trekkandel til tross for frafall, kan man estimere stratumtotaler direkte innen tilsvarende strata, uten å bruke noen omfordelingsmetode.

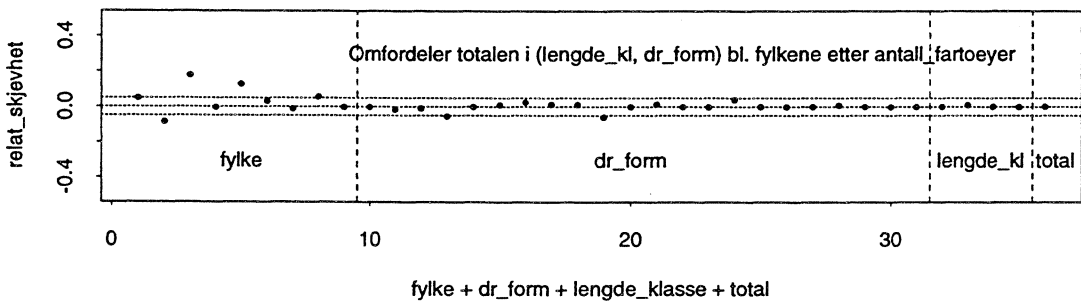
Man ser at *det er viktig at utvalget skal inneholde fartøy for hver kombinasjon av lengdeklasse og driftsform som ikke er tom i populasjonen*. Ved behandling av frafall i datainnsamlingsfase bør man derfor konsentrere ressursbruk på en tilsvarende måte.

**Figur 6.1 Følsomhetsanalyse for store båter
(basert på fangstmengde i populasjon 1996)**

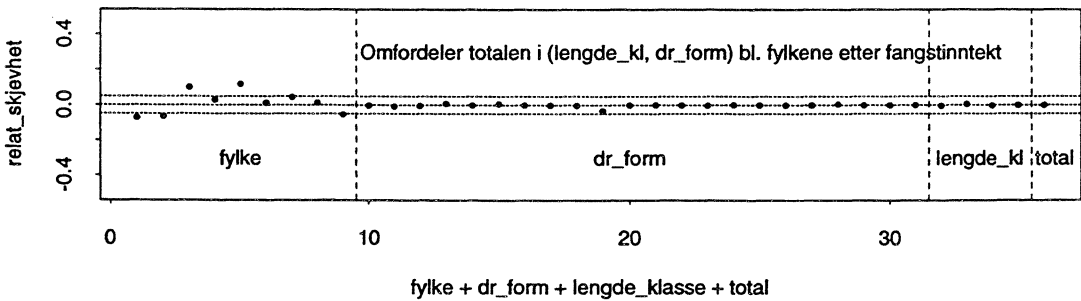
Est_str med PMS_allokering og ETU_trekking (store baater)



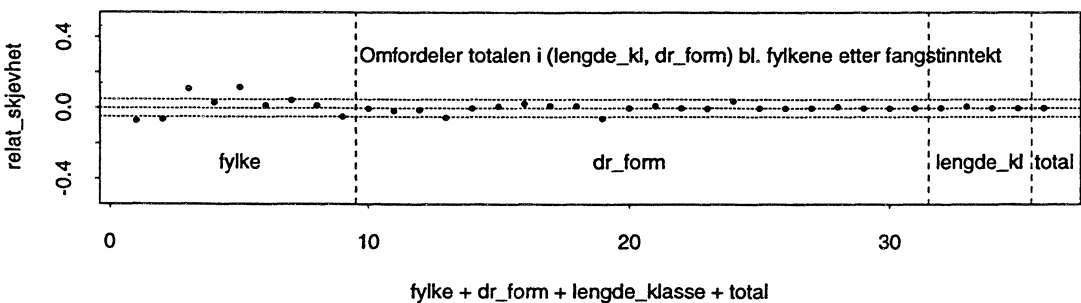
Est_rat med PMS_allokering og ETU_trekking (store baater)



Est_str med PMS_allokering og ETU_trekking (store baater)

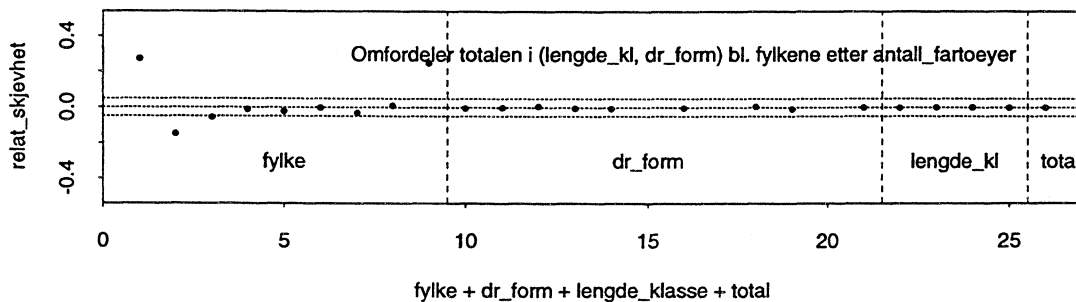


Est_rat med PMS_allokering og ETU_trekking (store baater)

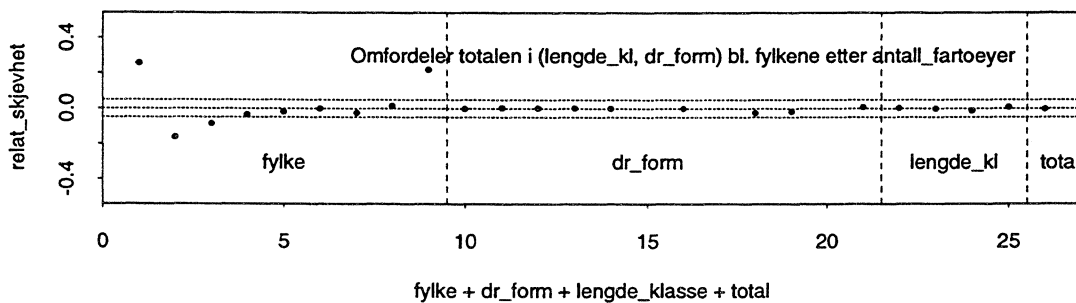


**Figur 6.2 Følsomhetsanalyse for små båter
(basert på fangstmengde i populasjon 1996)**

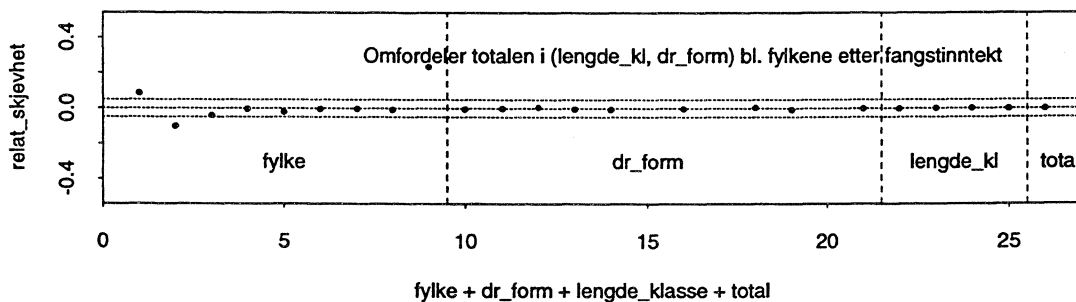
Est_str med PMS_allokering og ETU_trekking (smaa baater)



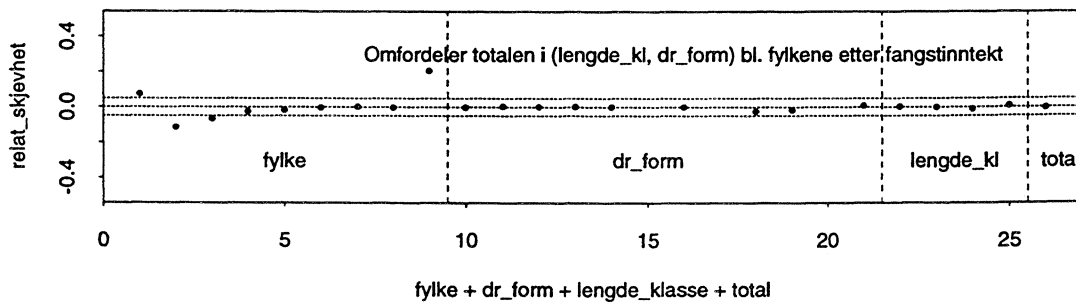
Est_rat med PMS_allokering og ETU_trekking (smaa baater)



Est_str med PMS_allokering og ETU_trekking (smaa baater)



Est_rat med PMS_allokering og ETU_trekking (smaa baater)



4 Forslag til produksjonsopplegg

I dette kapitlet vil vi presentere et forslag til produksjonsopplegg basert på anbefalingene i de foregående kapitlene. Opplegget som er beskrevet gjelder for små og store båter hver for seg.

4.1 Notasjon og formler

s	stratum, dvs. en kombinasjon av fylke, lengdeklasse og driftsform
n	antallet i hele utvalget
N	antallet i hele populasjonen
n_s	antallet i utvalget i stratum s
N_s	antallet i populasjonen i stratum s
$T_{x,s}$	sum fangstinntekt i populasjonsstratum
i	element (båt) i stratum
x_i	fangstinntekten til element (båt) i
y_i	responsvariabel til element (båt) i
\bar{x}_s	gjennomsnittet av x i delutvalget som stammer fra populasjonsstratum s
\bar{y}_s	gjennomsnittet av y i delutvalget som stammer fra populasjonsstratum s
σ_x	standardavviket til x
σ_y	standardavviket til y
$\rho_{x,y}$	korrelasjonen mellom x og y
r_s	raten mellom responsvariabel og fangstinntekt i stratum s

4.2 Allokeringrutine

1. Beregn for hvert stratum enten

$$n_s^{(1)} = n * \frac{T_{x,s}}{\sum_s T_{x,s}} \quad (\text{proporsjonal allokering})$$

eller

$$n_s^{(1)} = n * \frac{N_s}{N} \quad (\text{selvveiende allokering}).$$

2. Dersom $n_s^{(1)} < 1$, sett $n_s^{(2)} = 1$

eller dersom $n_s^{(1)} > N_s$, sett $n_s^{(2)} = N_s$

eller sett $n_s^{(2)} = \text{ROUND}(n_s^{(1)})$ der ROUND betyr avrunding til nærmeste heltall.

3. Sorter strata etter størrelsen på $\frac{n_s^{(2)}}{N_s}$.

4. Sett $m = \sum_s n_s^{(2)} - n$.

Dersom $m > 0$

sett $n_s^{(3)} = n_s^{(2)} - 1$ for de m strata der $\frac{n_s^{(2)}}{N_s}$ er størst, med unntak av fulltellingstrata,

ellers $n_s^{(3)} = n_s^{(2)}$.

Dersom $m < 0$

sett $n_s^{(3)} = n_s^{(2)} + 1$ for de $-m$ strata der $\frac{n_s^{(2)}}{N_s}$ er minst, med unntak av de der $N_s = 1$,

ellers $n_s^{(3)} = n_s^{(2)}$.

5. Sett $n_s = n_s^{(3)}$ som er størrelsen på utvalget i stratum s .

4.3 Trekkerutine

For hvert populasjonsstratum s (med tildelt utvalgsstørrelse n_s), sorterer man de N_s båtene etter størrelse på fangstinntekt og trekker et systematisk⁹ tilfeldig utvalg. Her følger trekkingprosedyren:

- (1) Velg heltall k (utvalgsintervall) og c (konstant) slik at $N_s = n_s k + c$, da $0 \leq c < k$.
- (2) Trekk et tilfeldig tall t , der $1 \leq t \leq N_s$, og der hvert mulig tall har like stor sannsynlighet for å bli trukket ut, dvs. $1/N_s$. Sett $i = 1$.
- (3) Oppdater $t_i = t + k * (i - 1)$. Dersom $t_i > N_s$, så sett $t_i = t_i - N_s$. Trekk den t_i -te båten i den sorterte populasjonslisten som den i -te båten i uvalget fra stratum s .
- (4) Oppdater $i = i + 1$ dersom $i \leq n_s$, gå tilbake til punkt (3) og trekk den i -te båten i utvalget. Hvis $i > n_s$ er trekkingen ferdig.

Forklaring:

- (1) k er et heltall som er lik lengden av intervallet mellom hver båt som trekkes ut. Siden n_s ikke nødvendigvis går opp i N_s blir lengden av det siste intervallet (c) da kortere, dvs. $0 \leq c < k$.
- (2) Først trekkes et startpunkt og deretter trekkes hver k -te båt i den sorterte listen.
- (3) Når vi er kommet til slutten av listen begynner vi helt forfra – kunne alternativt trukket et startpunkt blant de k første båtene i lista.

⁹ Systematisk enkel tilfeldig utvalg er en variant av tilfeldig utvalg (ETU) som er praktisk å arbeide med.

4.4 Estimeringsopplegg

Innen hvert stratum (ikke-tomt) gjøres følgende beregninger:

$$\bar{x}_s = \frac{\sum_{i \in s} x_i}{n_s}$$

$$\bar{y}_s = \frac{\sum_{i \in s} y_i}{n_s}$$

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n_s - 1} \sum_{i \in s} (x_i - \bar{x}_s)^2 \quad \text{for } n_s > 1$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = \frac{1}{n_s - 1} \sum_{i \in s} (y_i - \bar{y}_s)^2 \quad \text{for } n_s > 1$$

$$\hat{\rho}_{x,y} = \frac{\frac{1}{n_s - 1} \sum_{i \in s} (x_i - \bar{x}_s)(y_i - \bar{y}_s)}{\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y} \quad \text{for } n_s > 1$$

$$\hat{r}_s = \frac{\bar{y}_s}{\bar{x}_s}$$

Stratumtotalen beregnes ved

$$T_{y,s} = \hat{r}_s T_{x,s} \text{ dersom stratifisert rateestimator brukes eller}$$

$$T_{y,s} = N_s \bar{y}_s \text{ dersom stratifisert estimator brukes.}$$

Kriteriet for å velge stratifisert rateestimator er

$$(1) 2\hat{\rho}_{x,y} > \hat{r}_s \frac{\hat{\sigma}_x}{\hat{\sigma}_y}$$

Dersom stratum er tomt må enten raten (\hat{r}_s) eller gjennomsnittet (\bar{y}_s) hentes fra alle andre ikke tomme fylke innen den samme kombinasjon av lengdeklasse og driftsform på følgende måte:

$$\hat{r}_s = \frac{\sum_f \bar{y}_f * n_f}{\sum_f \bar{x}_f * n_f} \text{ der } f = \text{fylke med ikke-tomme strata}$$

eller

$$\bar{y}_s = \frac{\sum_f \bar{y}_f * n_f}{\sum_f n_f}$$

Stratumtotalen er som ovenfor.

Når en på dette viset har fått beregnet stratumtotal i hvert stratum kommer tabellene ut ved enten

(1) summere over strata (totaler)

eller

(2) summere over strata og dividere med antallet i disse strata (gjennomsnittet).

4.5 Beregning av usikkerhet

Det vises til vedlegg B. Hovedsaken er at strata med 1 observasjon må slås sammen til et sammenslått stratum. Stratum med 1 observasjon sies å være singularær.

(1) For stratum s som ikke er singularær estimeres variansen til enkel oppblåsing, dvs.

$$T_{y,s} = N_s \bar{y}_s \text{ med } N_s^2 * \left(\frac{1}{n_s} - \frac{1}{N_s} \right) * \hat{\sigma}_y^2$$

mens variansen til rateestimator, dvs.

$$T_{y,s} = \hat{r}_s T_{x,s}, \text{ er gitt som } N_s^2 * \left(\frac{1}{n_s} - \frac{1}{N_s} \right) * \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

der $\hat{\sigma}_\varepsilon$ er estimert standardavvik til $\mathcal{E}_i = y_i - \hat{r}_s x_i$.

(2) Alle singularære strata innen hver kombinasjon av lengdeklasse og driftsform slås sammen i ett stratum, betegnet med h , og med en størrelse på n_h som er større enn 1. Variansen til estimatorene i et singularært stratum s estimeres med henholdsvis $N_s^2 \hat{\sigma}_y^2(h)$ (enkel oppblåsing) og $N_s^2 \hat{\sigma}_\varepsilon^2(h)$ (rateestimator), der $\hat{\sigma}_y^2(h)$ og $\hat{\sigma}_\varepsilon^2(h)$ er basert på stratum h .

Variansene til stratumtotalene kan legges sammen på samme måte som stratumtotalene og variansen til gjennomsnittet fås ved å dele med kvadraten av antall i disse strata.

A PMS-allokering for store og små båter 1996

Tabell A.1 PMS-allokering av 434 store båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 1		driftsform																					
fylke		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Rogaland	populasjon	-	-	-	5	-	-	-	-	26	13	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Hordaland	populasjon	-	-	-	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	45	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	10	-	-	-	2	-	-	-
	utvalg	-	-	-	4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-
Trøndelag	populasjon	-	-	-	34	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	1
	utvalg	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Nordland	populasjon	123	61	74	-	-	-	-	8	4	8	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	11	8	7	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Troms	populasjon	45	27	17	-	-	-	-	2	14	9	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	6	5	2	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Finnmark	populasjon	25	34	25	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
	utvalg	3	4	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	3	-	-	-	-	66	19	-	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	1	-	-	-	-	5	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Tabell A.1 (fortsett) PMS-allokering av 434 store båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 2 fylke		driftsform																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	3	8	3	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1	8	1	-	-	-	-	-	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	1
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	2	-	7	6	-	-	-	-	-	6	-	-	-	8	-	-	2	
	utvalg	-	-	-	-	1	-	3	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	1	
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	
Nordland	populasjon	-	1	-	-	-	33	-	-	-	-	-	1	-	18	1	-	-	1	-	-	-	
	utvalg	-	1	-	-	-	7	-	-	-	-	-	1	-	7	1	-	-	1	-	-	-	
Troms	populasjon	-	-	-	-	-	19	-	1	-	-	-	4	7	-	1	-	-	-	3	-	-	
	utvalg	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-	2	3	-	1	-	-	-	1	-	-	
Finnmark	populasjon	-	-	-	-	-	11	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	
	utvalg	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	
Øvrige	populasjon	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	
	utvalg	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	

Tabell A.1 (fortsett) PMS-allokering av 434 store båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 3		driftsform																					
fylke		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	2	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	18	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	14	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	29	-	8	1	-	-	-	-	-	7	-	5	-	-	10	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	26	-	5	1	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	7	-	-	-
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	utvalg	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Nordland	populasjon	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Troms	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Finnmark	populasjon	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell A.1 (fortsett) PMS-allokering av 434 store båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 4 fylke		driftsform																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	1	-	-	-	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-	-	-	-	1
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	10	5	15	-	-	1	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	10	5	15	-	-	1	-
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	1	-
	utvalg	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	1	-
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	2	-	-	-	-	9	2	-	1	-	6	4	13	3	3	15	2	
	utvalg	-	-	-	-	2	-	-	-	-	9	1	-	1	-	6	4	13	2	3	15	2	
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1	
Nordland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	4	2	2	-	10	2	-	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	4	2	2	-	10	2	-	
Troms	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	4	-	1	-	5	2	1	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	4	-	1	-	5	2	1	
Finnmark	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	4	-	-	11	1	-	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	4	-	-	11	1	-	
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabell A.2 PMS-allokering av 248 små båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 1 fylke		driftsform											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	2
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Nordland	populasjon	-	-	61	-	8	-	-	-	-	-	-	1
	utvalg	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Troms	populasjon	-	38	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Finnmark	populasjon	27	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-

Tabell A.2 (fortsett) PMS-allokering av 248 små båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 2 fylke		driftsform											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	4
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	4
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	-	3
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	1
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Nordland	populasjon	-	-	131	-	25	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	11	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Troms	populasjon	-	63	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Finnmark	populasjon	27	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	15	10	-	3
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1

Tabell A.2 (fortsett) PMS-allokering av 248 små båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 3		driftsform											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
fylke													
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	-	2
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	9
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	2
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	69	-	-	3
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	1
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	47	-	-	2	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	6	-	-	1	-	1
Nordland	populasjon	-	-	156	-	39	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	22	-	7	-	-	-	-	-	-	-
Troms	populasjon	-	72	-	19	-	-	-	-	-	-	-	1
	utvalg	-	12	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1
Finnmark	populasjon	60	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	9	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	22	16	-	4
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	1

Tabell A.2 (fortsett) PMS-allokering av 248 små båter i populasjon 1996

lengdeklasse = 4 fylke		driftsform											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rogaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7	-	2
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
Hordaland	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	2
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
Sogn og Fjordane	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Møre og Romsdal	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	3
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	1
Trøndelag	populasjon	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-
	utvalg	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Nordland	populasjon	-	-	62	-	33	-	-	-	-	3	-	5
	utvalg	-	-	13	-	10	-	-	-	-	1	-	1
Troms	populasjon	-	30	-	6	-	-	-	-	-	2	-	-
	utvalg	-	8	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-
Finnmark	populasjon	22	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	utvalg	6	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Øvrige	populasjon	-	-	-	-	-	-	-	-	5	21	-	1
	utvalg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	1

B Stratifisert estimator og stratifisert rateestimator

B.1 Notasjon

Stratifiser populasjonen etter lengdeklasse i , driftsform j og fylke k . Betegn populasjon stratum med U_{ijk} der $i = 1, \dots, 4$, og $k = 1, \dots, 9$, og $j = 1, \dots, 22$ for store båter og $j = 1, \dots, 5, 7, 9, 10, 12$. Anta N_{ijk} fartøy i stratum U_{ijk} . Betegn tilsvarende stratum i utvalget med s_{ijk} , og med størrelse n_{ijk} bestemt f.eks. ved PMS-allokering.

Betegn tilleggsvariabel fangstinntekt med x , total fangstinntekt i stratum U_{ijk} med X_{ijk} , total fangstinntekt i delutvalg s_{ijk} med x_{ijk} , total fangstinntekt i populasjonen med X , og total fangstinntekt i utvalget med x_s .

Betegn en undersøkelsesvariabel med y , tilsvarende stratumtotal med Y_{ijk} , observert total i delutvalg s_{ijk} med y_{ijk} , populasjonstotal med Y , og observert total i utvalget med y_s .

B.2 Stratifisert estimator

Den stratifiserte estimatoren for Y , betegnet med \hat{Y}_{str} , er gitt som

$$\hat{Y}_{str} = \sum_{i,j,k:n_{i,j,k}>0} (N_{ijk}/n_{ijk})y_{ijk},$$

dvs. oppsummert over alle ikke-tomme strata i utvalget. Variansen til \hat{Y}_{str} er gitt som

$$Var(\hat{Y}_{str}) = \sum_{i,j,k:n_{i,j,k}>0} N_{ijk}^2 \left(\frac{1}{n_{ijk}} - \frac{1}{N_{ijk}} \right) \sigma_{ijk}^2, \quad (1)$$

der

$$\sigma_{ijk}^2 = \frac{1}{N_{ijk} - 1} \sum_{h \in U_{ijk}} (y_h - \bar{Y}_{ijk})^2 \quad \bar{Y}_{ijk} = \sum_{h \in U_{ijk}} y_h / N_{ijk}.$$

Basert på utvalget kan man estimere σ_{ijk}^2 med, for $n_{ijk} > 1$,

$$\hat{\sigma}_{ijk}^2 = \frac{1}{n_{ijk} - 1} \sum_{h \in s_{ijk}} (y_h - \bar{y}_{ijk})^2 \quad \bar{y}_{ijk} = \sum_{h \in s_{ijk}} y_h / n_{ijk},$$

som vanligvis resulterer i underestimering av $Var(\hat{Y}_{str})$, siden man ser bort fra alle *singulære strata* (der $n_{ijk} = 1$). Anta at $\sum_k n_{ijk} > 1$, da kan man bruke

$$\hat{\sigma}_{ijk}^2 = \hat{\sigma}_{ij}^2 = \frac{1}{\sum_k n_{ijk} - 1} \sum_k \sum_{h \in s_{ijk}} (y_h - \bar{y}_{ij})^2 \quad \bar{y}_{ij} = \left(\sum_k \sum_{h \in s_{ijk}} y_h \right) / \left(\sum_k n_{ijk} \right).$$

Mao. som om stratifisering kun er basert på lengdeklasse og driftsform.

B.3 Stratifisert rateestimator

Den stratifiserte rateestimator for Y , betegnet med \hat{Y}_{rat} , er gitt som

$$\hat{Y}_{rat} = \sum_{i,j,k:n_{i,j,k}>0} (X_{ijk}/x_{ijk})y_{ijk}.$$

Variansen til \hat{Y}_{rat} har den samme formen som (1), bortsett fra at nå er σ_{ijk}^2 definert som

$$\sigma_{ijk}^2 = \frac{1}{N_{ijk} - 1} \sum_{h \in U_{ijk}} (\epsilon_h - \bar{\epsilon}_{ijk})^2,$$

der

$$\epsilon_h = y_h - (Y_{ijk}/X_{ijk})x_h \quad \bar{\epsilon}_{ijk} = \sum_{h \in U_{ijk}} \epsilon_h / N_{ijk}.$$

Basert på utvalget kan man estimere ϵ_h med, for $h \in s_{ijk}$,

$$\hat{\epsilon}_h = y_h - (y_{ijk}/x_{ijk})x_h \quad \bar{\epsilon}_{ijk} \equiv 0.$$

Dersom $n_{ijk} > 1$, kan man estimere σ_{ijk}^2 med

$$\hat{\sigma}_{ijk}^2 = \frac{1}{n_{ijk} - 1} \sum_{h \in s_{ijk}} \hat{\epsilon}_h^2.$$

Anta $\sum_k n_{ijk} > 1$, da kan man igjen bruke

$$\hat{\sigma}_{ijk}^2 = \hat{\sigma}_{ij}^2 = \frac{1}{\sum_k n_{ijk} - 1} \sum_k \sum_{h \in s_{ijk}} \hat{\epsilon}_h^2.$$

Variabler som er brukt.

Registervariabler

Fylke
Driftskombinasjon
Fangstinntekt, sum
Fangstmengde, sum
Fartøyets byggeår
Fartøyets lengste lengde
Bruttotonnasje
Tonnasjeenheter
Motorstyrke
Motorens byggeår

Variabler fra utvalget

Driftsinntekter

Driftskostnader:

Drivstoff
Vedlikehold
Arbeidsgodtgjørelse
Beregnete avskrivninger for fartøy

$Sum_kostnad = Driftsresultat - Driftsinntekter$

Driftsresultat

Finansposter:

Finansinntekter
Finanskostnader

Balans størrelser:

Omløpsmidler
Anleggsmidler
Kortsiktig gjeld
Langsiktig gjeld
Lønnsevne

Vedlegg D.

Forandring i relativ skjevhet

Forandring i relativ skjevhet ved sammenligning av dagens estimeringsopplegg og nytt estimeringsopplegg. Grunnlaget for tabellene kommer fra 'Lønnsomhetsundersøkelser for fiskefartøy, 13 m st.l. og over, 1996', kalt 'Blå boka'. Vekter som er brukt i de ulike beregningen er forkortet med **dr** for driftsform, **l** for lengde og **fy** for fylke. Forandringen i skjevheten er markert med '+' når skjevheten avtar og med '-' når skjevheten øker. Dersom det ikke har vært noen forandring markeres dette med null.

Tabell	Variabler	Blå boka (dr)	Nytt opplegg (dr*l*fy)	Forandring
G1				
<i>Alle fartøy</i>	Fangstinntekt	0,01	-0,03	-
	Fangstmengde	0,00	-0,04	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	-0,01	0
	Bruttotonnasje	0,18	0,11	+
	Tonnasjeenheter	-0,23	-0,09	+
	Motorstyrke	0,00	-0,03	-
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0
G2				
<i>Torskefiskerier (driftsform 1-13 og 19-21)</i>	Fangstinntekt	0,05	0,00	+
	Fangstmengde	0,07	0,07	0
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	-0,01	0
	Bruttotonnasje	0,12	0,06	+
	Tonnasjeenheter	-0,18	-0,05	+
	Motorstyrke	0,04	0,00	+
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0
G3				
<i>Sildefiskerier (driftsform 14-18)</i>	Fangstinntekt	-0,03	0,02	+
	Fangstmengde	-0,02	0,05	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	0,06	-
	Bruttotonnasje	0,17	0,19	-
	Tonnasjeenheter	-0,29	-0,13	+
	Motorstyrke	-0,04	0,00	+
	Motorens byggeår	0,00	-0,01	-

Tabell	Variabler	Blå boka (fy*I)	Nytt opplegg (fy*I*dr)	Forand- ring
G4				
Lengde (13-20,9 m)	Fangstinntekt	0,09	0,07	+
	Fangstmengde	0,09	0,06	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	0,01	0
	Bruttotonnasje	0,03	0,02	+
	Tonnasjeenheter	0,10	0,10	0
	Motorstyrke	0,04	0,02	+
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0
G5				
Lengde (21-30,9 m)	Fangstinntekt	0,10	-0,01	+
	Fangstmengde	0,14	-0,02	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	0,00	+
	Bruttotonnasje	0,01	0,02	-
	Tonnasjeenheter	-0,02	-0,03	-
	Motorstyrke	0,07	0,02	+
	Motorens byggeår	0,03	0,03	0
G6				
Lengde (31-40,9 m)	Fangstinntekt	0,02	0,02	0
	Fangstmengde	0,09	0,03	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	0,02	-
	Bruttotonnasje	0,00	0,02	-
	Tonnasjeenheter	0,02	0,04	-
	Motorstyrke	0,11	0,01	+
	Motorens byggeår	0,02	0,00	+
G7				
Lengde (41m og over)	Fangstinntekt	-0,01	0,00	+
	Fangstmengde	-0,16	-0,01	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,00	0,01	-
	Bruttotonnasje	0,00	0,00	0
	Tonnasjeenheter	0,01	0,01	0
	Motorstyrke	-0,04	-0,03	+
	Motorens byggeår	-0,01	-0,02	-

Tabell	Variabler	Blå boka (l*fy)	Nytt opplegg (l*fy*dr)	Forand- ring
G8				
<i>Finnmark</i>	Fangstinntekt	-0,03	-0,04	-
	Fangstmengde	-0,03	-0,04	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	-0,01	-0,02	-
	Bruttotonnasje	0,16	-0,06	+
	Tonnasjeenheter	-0,23	-0,14	+
	Motorstyrke	-0,02	-0,04	-
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0
G9				
<i>Troms</i>	Fangstinntekt	0,10	0,03	+
	Fangstmengde	0,21	0,10	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,00	-0,02	-
	Bruttotonnasje	0,14	0,06	+
	Tonnasjeenheter	-0,15	-0,12	+
	Motorstyrke	0,03	-0,01	+
	Motorens byggeår	0,01	0,01	0
G10				
<i>Nordland</i>	Fangstinntekt	0,00	-0,04	-
	Fangstmengde	-0,07	-0,12	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	-0,01	0
	Bruttotonnasje	0,21	0,06	+
	Tonnasjeenheter	-0,41	-0,13	+
	Motorstyrke	0,03	-0,02	+
	Motorens byggeår	0,01	0,00	+
G11				
<i>Trøndelag</i>	Fangstinntekt	0,21	-0,21	0
	Fangstmengde	0,02	-0,33	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,00	-0,12	-
	Bruttotonnasje	0,59	0,10	+
	Tonnasjeenheter	-0,13	-0,24	-
	Motorstyrke	0,02	-0,20	-
	Motorens byggeår	0,02	0,02	0
G12				
<i>Møre og Romsdal</i>	Fangstinntekt	0,04	0,00	+
	Fangstmengde	-0,12	0,00	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,01	0,01	0
	Bruttotonnasje	0,27	0,10	+
	Tonnasjeenheter	-0,22	-0,08	+
	Motorstyrke	0,06	-0,03	+
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0

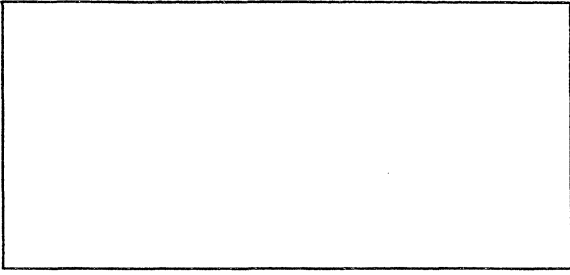
Tabell	Variabler	Blå boka (l*fy)	Nytt opplegg (l*fy*dr)	Forand- ring
G13				
<i>Sogn og Fjordane</i>				
	Fangstinntekt	0,29	0,05	+
	Fangstmengde	0,18	-0,15	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,05	0,04	+
	Bruttotonnasje	0,36	0,31	+
	Tonnasjeenheter	-0,03	0,00	+
	Motorstyrke	0,17	-0,04	+
	Motorens byggeår	0,01	-0,01	0
G14				
<i>Hordaland</i>				
	Fangstinntekt	-0,19	-0,04	+
	Fangstmengde	-0,18	0,01	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	-0,02	0,02	0
	Bruttotonnasje	0,14	-0,01	+
	Tonnasjeenheter	-0,27	-0,06	+
	Motorstyrke	-0,09	0,03	+
	Motorens byggeår	0,00	0,00	0
G15				
<i>Rogaland</i>				
	Fangstinntekt	0,03	-0,06	-
	Fangstmengde	0,07	0,01	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,03	0,00	+
	Bruttotonnasje	0,22	0,09	+
	Tonnasjeenheter	-0,18	-0,15	+
	Motorstyrke	-0,07	-0,12	-
	Motorens byggeår	-0,04	-0,04	0
G16				
<i>Agder / Østlandet</i>				
	Fangstinntekt	-0,02	-0,05	-
	Fangstmengde	-0,02	-0,15	-
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	-0,01	-0,01	0
	Bruttotonnasje	0,01	-0,03	-
	Tonnasjeenheter	0,23	0,19	+
	Motorstyrke	0,01	0,00	+
	Motorens byggeår	-0,01	-0,01	0

Tabell	Variabler	Blå boka (dr)	Nytt opplegg (dr*l*fy)	Forand- ring
G17				
Reketråling (driftsform 9-13)	Fangstinntekt	0,13	0,01	+
	Fangstmengde	0,18	-0,01	+
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,02	-0,01	+
	Bruttotonnasje	0,23	0,15	+
	Tonnasjeenheter	0,03	0,06	-
	Motorstyrke	0,07	0,02	+
	Motorens byggeår	-0,01	-0,01	0
G18				
Ringnotsnurpere (driftsform 16-18)	Fangstinntekt	-0,05	-0,04	+
	Fangstmengde	-0,02	-0,02	0
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,00	0,01	-
	Bruttotonnasje	-0,18	-0,10	+
	Tonnasjeenheter	-0,03	-0,01	+
	Motorstyrke	-0,05	-0,02	+
	Motorens byggeår	-0,02	-0,10	-
G19				
Trålere på 250 BRT/ 500 TE (driftsform 20-21)	Fangstinntekt	-0,02	-0,01	+
	Fangstmengde	-0,01	-0,01	0
	Byggeår	0,00	0,00	0
	Lengde	0,00	-0,01	-
	Bruttotonnasje	0,00	-0,02	-
	Tonnasjeenheter	-0,01	-0,02	-
	Motorstyrke	-0,01	-0,02	-
	Motorens byggeår	-0,01	-0,01	0

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater

- 98/88 J. Sexton: Fremskrivning av tidsserier i KNR. 20s.
- 98/89 A.H. Foss: Definisjoner og beregningsmetoder for dødelighetstabell. 16s.
- 98/90 T. Dale: Samordnet levekårsundersøkelse 1998 - panelundersøkelsen: Dokumentasjonsrapport. 95s.
- 98/91 L. Lindholt: Rammvilkår for energigjenvinning av plast. 14s.
- 98/92 T. Vogt: Folatkunnskap blant kvinner i fertil alder: Dokumentasjonsrapport. 17s.
- 98/93 B.L. Western: Beregning av vektorer til inntekts- og formuesundersøkelsene 1995. 14s.
- 98/95 R. Johannessen: Prisindeks for hotellovernatting - delundersøkelse i konsumprisindeksen. 18s.
- 98/96 K.J. Einarsen: Definisjonskatalog for videregående opplæring: Utarbeidet av arbeidsutvalget i FylkesKOSTRA-utdanning og statistikkgruppen i Prosjekt LINDA-opplæring. 1. Utgave. 27s.
- 98/97 K.A. Brekke: Om metoder for beregning av miljøprofil for ulike varer, og hva vi trenger det til. 20s.
- 98/98 I.S. Wold: Modellering av husholdningenes transportkonsum for en analyse av grønne skatter: Muligheter og problemer innenfor rammen av en nyttetremodell. 81s.
- 98/99 R. Gudem: Utvikling av statistikk over bygg- og anleggsavfall. 56s.
- 98/100 T. Skjerpen: Konsumfordelingssystemet i KVARTS: Teknisk dokumentasjon. 42s.
- 99/1 F. Thorkildsen: FoB2000. Kobling av adresser fra GAB og DFS - status og utvikling. 22s.
- 99/2 K. Ibenholt og K.A. Brekke: Rammvilkår for produksjon av brunt papir. 12s.
- 99/3 I. Øyangen: Liv og helse i Akershus: Dokumentasjonsrapport. 22s.
- 99/4 M.V. Dysterud og E. Engelién: Tettstedsavgrensning 1998: Teknisk dokumentasjon av nye rutiner. 53s.
- 99/5 Samordnede levekårsundersøkelser: Rapport fra brukerseminar 22. april 1996 og høringsuttalelser. 46s.
- 99/6 H. Utne: FoB2000. Sektordata: Statusrapport og tiltaksplan. 86s.
- 99/7 M. Sjøberg: Instruksjoner til og data frå eksperiment om internasjonal kvotehandel. 27s.
- 99/8 A. Sundvoll: Undersøkelse om kosthold blant spedbarn. 31s.
- 99/9 A. Schjalm: Sluttrapport om utvalg og estimering for kulturlandskapsovervåking. 16s.
- 99/10 E. Vinju: Statistikk over avfall og gjenvinning i industrien - 1996: Dokumentasjon av metode. 61s.
- 99/11 I. Aukrust og H. Utne: Detaljerte arbeidsmarkedsdata – på kommunenivå: Dokumentasjon av arbeidsmarkedsdata til PANDA. 4. utgave. 37s.
- 99/12 K.J. Einarsen, H. Hartvedt, A.B. Skara og C.B. Strand: Faktaark for FylkesKOSTRA-utdanning. Årsrapporteringen for 1998. Sør-Trøndelag fylkeskommune: Nøkkeltall med indikatorer for: Prioriteringer og ressursbruk, Dekningsgrad, Produktivitet og kvalitet. 41s.
- 99/13 G. Sparby: Selvangivelsesstatistikk 1993-1996: Dokumentasjon. 121s.
- 99/14 B.R. Joneid og J. Lajord: FD – Trygd: Dokumentasjonsrapport: Demografi. 1992-1993. 95s.
- 99/15 A.L. Brathaug: Evaluering av fylkesKOSTRA, helsetjenester 1998. 64s.
- 99/16 A.J. Isachsen, S.O. Stoknes og G.H. Bjønnes: Den store gjettekonkurransen. 26s.

Notater



Tillatelse nr.
159 000/502

B *Returadresse:*
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

Oslo:
Postboks 8131 Dep.
0033 Oslo

Telefon: 22 86 45 00
Telefaks: 22 86 49 73

Kongsvinger:
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 50 00
Telefaks: 62 88 50 30

ISSN 0806-3745



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway