



# Atlantic States Marine Fisheries Commission

1050 N. Highland Street • Suite 200A-N • Arlington, VA 22201  
703.842.0740 • 703.842.0741 (fax) • www.asmf.org

---

## MEMORANDUM

June 4, 2020

**To:** Executive Committee and Atlantic Menhaden Management Board  
**From:** Atlantic Menhaden Technical Committee  
**RE:** Review of a combined Aerial-Hydroacoustic Survey Design to Estimate Atlantic Menhaden Biomass in the Chesapeake Bay

### Background

In December 2018, the Atlantic States Marine Fisheries Commission (Commission) issued a Request for Proposals for the design of an aerial survey to estimate Atlantic menhaden biomass, in consultation with the Atlantic Menhaden Technical Committee (TC). Proposals described how the work will (1) generate annual estimates of Atlantic menhaden biomass in the Chesapeake Bay to better inform fishery management options for the reduction harvest cap or (2) generate annual estimates of menhaden biomass along the Atlantic coast in order to inform the Atlantic menhaden stock assessment and multispecies models used in determining stock status, or both. The grant was awarded to Drs. Michael Wilberg, Dong Liang, and Hongsheng Bi at the University of Maryland's Chesapeake Biological Laboratory. They proposed a simulation study to evaluate the accuracy and precision of a range of combined aerial-hydroacoustic survey designs to estimate Atlantic menhaden biomass in Chesapeake Bay.

In September 2019, the TC reviewed preliminary simulation study design methods and results, and provided feedback for further development. The approach of the study was to simulate schools of Atlantic menhaden in the Chesapeake Bay, survey the simulated population, and then compare the estimated biomass from the surveys to the known simulated values in order to test potential survey designs, with associated costs.

On March 19, 2020, the TC met via conference call to review final study results and discuss the utility of the proposed survey to address ongoing stock assessment and fishery management challenges. The following presents a summary of the study results, and TC discussion and comments.

Enclosed: Wilberg, M., D. Liang and H. Bi. 2020. Evaluating alternative designs for a combined aerial-hydroacoustic survey of Atlantic menhaden biomass in Chesapeake Bay. Final Report to: Atlantic States Marine Fisheries Commission. Chesapeake Biological Laboratory, UMCES.

M20-061

### Study Results Summary

Results of the simulation study suggest a paired aerial-hydroacoustic survey design will produce the most accurate and precise estimates of menhaden biomass in the Chesapeake Bay. The study also concluded paired aerial and hydroacoustic surveys should receive priority over aerial surveys alone, and that at least 25% more days be allocated to the hydroacoustic portion which will require a higher budget. The hydroacoustic survey component will produce sightability estimates which is essential for accurate biomass estimation. Additionally, the survey should include a state-of-the-art omni-directional sonar (over, for example, side-scan sonar) and to use a fixed zigzag transect design for the hydroacoustic survey. Using the resulting estimates of biomass and harvest, exploitation rates can be estimated for the Chesapeake Bay as well. Please see the following report for details on the simulation study methods and results.

### TC Discussion and Comments

Following review, the TC asked a series of clarifying questions to the research group and then focused discussion around the following questions.

(1) Are the survey methods statistically sound?

Yes, the consensus of the TC was the survey methods were statistically sound. Some assumptions in the development of the model had to be made, but the decisions made by the research group were reasonable and defensible.

(2) Will this help inform Atlantic menhaden or ecosystem modeling efforts?

The TC discussed the utility of this survey to inform stock assessment cannot be confirmed until a period of pilot testing is completed (see #4 below). The proposed study is focused on the Chesapeake Bay and has limited use for the current assessment models because Atlantic menhaden is assessed on a coastwide basis. The survey may provide an index of abundance that can be used along with other fishery independent indices, however, 10 years of data may be needed to meet the TC's criteria for use as an index of abundance for menhaden. As noted, the survey does not provide information about the entire Atlantic menhaden stock, but if successful, it could be expanded to include the coastwide population in the future.

(3) Will this survey inform the Chesapeake Bay Cap?

The survey will provide monthly biomass estimates of Atlantic menhaden in the Chesapeake Bay, which could be statistically extrapolated to derive biomass estimates at larger temporal scales (season, year). Using the estimates of biomass and harvest in the Bay, exploitation rates can be estimated with the caveat that the Chesapeake Bay menhaden population is not a closed system. These estimates may be useful for informing the cap, but it will not provide a quantitative estimate of what the cap should be. For example, the exploitation rates could be compared to average coastwide estimates but the "right" level of harvest or fishing mortality that the stock experiences in the Bay would still be a management decision that balances menhaden's ecological role with the needs of its stakeholders.

#### (4) Should implementation be pursued?

Although the TC acknowledges the proposed survey design is technically sound, it is still theoretical and the TC has several logistical and practical concerns regarding implementation. For example, the TC is concerned about the mobility of Atlantic menhaden schools and pairing measurements from the spotter plane with that of the vessel since they operate at very different speeds; the limited sampling that can occur in some portions of the Chesapeake Bay due to bathymetry and restricted airspace; the need for clear weather conditions to conduct the aerial survey (thus eliminating randomization); the assumption that the Chesapeake Bay is a closed system; and accounting for when the vessel may cause a school to break into smaller schools and reconciling that with the aerial data.

However, if implementation is pursued, it should be done following the research group's recommendations regarding the paired hydroacoustic and aerial surveys, with 25% more days being allocated to the acoustic portion, and with the zigzag survey design. The TC added that at least eight days of acoustic survey is needed per year to get good results and therefore the minimum cost of implementing the survey is estimated at \$320,000-\$340,000 annually (refer to Table 3 in enclosed report). Above this threshold of eight days, there were not significant improvements in accuracy or precision of survey results. The research group agreed with the TC about the eight day minimum with the caveat that the results do rely on having a longer distance of detection range (e.g., 50 meters versus 200 meters) and some additional consultation with sonar experts may be warranted.

Finally, the TC cautions that it will take a considerable amount of time and financial commitment before the utility of the survey can be confirmed with any certainty. Following a period of pilot testing, which could take one or more years, the survey may need to run for at least three years before any conclusions regarding its utility to stock assessment or management could be confirmed. Thus, the implementation of this study is likely a long-term, high cost commitment before any meaningful and reliable data can be reviewed.

**Evaluating alternative designs for a combined aerial-hydroacoustic survey of Atlantic  
menhaden biomass in Chesapeake Bay**

**Final Report to: Atlantic States Marine Fisheries Commission**

**February 21, 2020**

**By: Michael Wilberg, Dong Liang, and Hongsheng Bi**

**Chesapeake Biological Laboratory**

**University of Maryland Center for Environmental Science**

**Solomons, Maryland 20688**

## **Objective**

This simulation study aimed to evaluate the accuracy and precision of a range of combined aerial-hydroacoustic survey designs to estimate Atlantic menhaden biomass in Chesapeake Bay. We used values from a literature review and other limited data to test the designs retrospectively by assuming alternative biomass levels and spatial patterns of biomass in Chesapeake Bay as well as environmental conditions from 2017 or 2018. Specifically, we estimate the precision of biomass estimates during each month and year if we had applied a given design at the given year. We also considered various scenarios of menhaden population distributions, summarized in Table 2 based on feedback from the TC.

## **Methods**

Our approach involved simulating schools of menhaden in Chesapeake Bay following specific scenarios of total biomass and the distribution of schools. After the schools were distributed, we simulated aerial and hydroacoustics surveys to estimate total biomass for each day. The estimated biomass from the surveys were then compared to the true values to characterize error. We conducted these evaluations for several alternative survey designs that differed in total effort, allocation of effort between aerial surveying and hydroacoustics, and method for conducting the hydroacoustics portion of the survey.

### *Survey area and time frame*

The survey area includes the main stem of the Chesapeake Bay and the mesohaline segments of the major tributaries. The Virginia portion of the study area (Fig. 1) matches the geographic range of the reduction fishery (Smith 1999). The potential surveys would occur monthly during April - November: the main period of operation for the commercial reduction fishery (including a period before the beginning of the reduction fishery). We consider surveys that include 1-8 flights per month evenly distributed during the period, including pairing on certain days with hydroacoustics.

### *Menhaden biomass and size distribution*

Multiple data sources are used to simulate the biomass of menhaden in the study area in order to test survey designs. Fishery dependent data include the total landings and previous reports of long term seasonal catches of menhaden by the purse seines (Smith 1999, 2001). Fishery

independent data include aerial surveys of menhaden in Chesapeake Bay using both airborne LIDAR and imagery (video) systems.

We assumed that the average daily total biomass in Chesapeake Bay each year was a certain percent of the preliminary 2019 stock assessment (Table 1). The percentages were 2.5%, 11.25%, and 20% of coastwide biomass in order to account for the uncertainty of the stock assessment estimate, growth within the fishing season, and fraction of the stock in Chesapeake Bay.

The simulation model distributed schools of menhaden throughout Chesapeake Bay, but menhaden schools may not be randomly distributed with respect to their sizes. For example, large schools may prefer deeper waters. We used either a random distribution of school size, or a distribution based on habitat conditions such as bathymetry, temperature, salinity, distance to shore and water clarity to characterize the spatial distribution of school sizes. The product of school length and intensity from a LIDAR transect serves as an index of school sizes (Churnside et al. 2010). This index was correlated with the habitat conditions using three predictive models: generalized additive model (GAM), random forest (RF) and Integrated Nested Laplace Approximation (INLA). The random forest achieved the best predictive performance in terms of cross-validation (Table 4), and was applied to predict relative size distribution of schools.

We used the LIDAR survey data (from Churnside et al. 2010) combined with the assumed total biomass of menhaden to determine the number of schools in the simulation. The LIDAR survey (Churnside et al. 2010) observed 1,345 schools in 2,291 km<sup>2</sup> of survey area, or a school density of 0.587 schools/km<sup>2</sup>. We assumed that this density represents a population with an average biomass (i.e. 11.25% of the 2019 stock assessment or 526 mt, Table 1). Average density was scaled according to the total biomass (Table 1), and the total number of schools was simulated based on the assumed density. School size was assumed to be lognormally distributed, with a constant or spatially-varying mean, and a coefficient of variation of 86% based on the observed LIDAR relative size distribution. School size distribution was scaled to match the average daily total biomass.

#### *Spatial distribution of schools*

We implemented two hypotheses about the distribution of schools in order to test alternative sampling designs: (1) spatially random distribution and (2) spatially clustered distribution. In

order to simulate the spatially clustered distribution, we used surface salinity, temperature, total suspended solids, distance to shore and water column dissolve oxygen to quantify the potential habitat usage of the menhaden population to spatially distribute schools throughout the Bay.

Remotely sensed data were downloaded from the NOAA Coast Watch East Coast Node (<https://eastcoast.coastwatch.noaa.gov/index.php>). Long term water quality data were accessed from the Chesapeake Bay Program's water quality database

([https://www.chesapeakebay.net/what/downloads/cbp\\_water\\_quality\\_database\\_1984\\_present](https://www.chesapeakebay.net/what/downloads/cbp_water_quality_database_1984_present))

and interpolated over spatial and time to generate daily estimates of the habitat condition. We used the LIDAR data to estimate the spatial distribution of menhaden schools in Chesapeake Bay. Specifically the school locations were correlated with these environmental variables in order to estimate a dynamic point process model for the horizontal distributions of menhaden schools in the Chesapeake Bay. For each simulated school, we queried the interpolated depth of the oxycline using the water quality data. The depth of the school is simulated from a uniform distribution between the oxycline and the surface.

We simulated the spatial distribution of schools determined by the fitted Poisson process map representing the density (expected number of schools per unit area). Total number of schools was distributed spatially according to the maps under four modeling scenarios. The scenarios were built based on whether the school distribution exhibits spatial structure, and whether the size distribution exhibits spatial structure (Table 2).

#### *Aerial sampling design for biomass estimation*

The aerial survey followed a random transect sampling design. Aerial transects were conducted to estimate the number and biomass of spotted schools by trained spotter pilots (in a real survey continuous digital images would also be taken as a record of each survey). The simulation design included transects 15 miles long and approximately 1 mile wide, but one major logistical consideration is the length of transects. Transects are organized along the main channels for the bay and major tributaries (Fig. 1). We did not consider stratification because it would likely not help for surveying highly mobile population (Simmonds 1996).

The fraction of schools that can be observed via airplane (termed sightability herein) was simulated to be between 10% and 40% on average across all flights (Churnside et al. 2010). We considered two levels of sightability: constant and variable. In the constant sightability scenario,

all schools had the same probability of being observed. In the variable sightability scenario, sightability depended upon the school size, depth, water quality and weather conditions, but remains 10% and 40% on average based on preliminary estimates from comparing the LIDAR and imagery data. We assumed that surveys would be conducted under good weather conditions, which would provide good sightability, because surveys are likely to be conducted only when conditions are favorable. Daily estimates of school location, size, depth of the schools and total suspended solids were used to predict the probability of aerial sighting using random forest, which was trained from the LIDAR data (Table 5). The sightability of hydroacoustic surveys was assumed perfect within their simulated detection range in the simulation study.

#### *Hydroacoustic sampling design*

The aerial surveys will only be able to quantify those schools in the upper portion of the water column because of the high turbidity in Chesapeake Bay. Hydroacoustic surveys will also be conducted to estimate the sightability. The sightability experiment was simulated following three spatial designs in the main stem: (1) lower Bay; (2) near Patuxent, and (3) a long connected zigzag transect in the lower Bay (Fig. 1). Transects of 6 nautical miles long are organized along the main channels of the bay, which can be surveyed in one hour. Transects are either selected as a long combined transect, or randomly selected following random sampling. For each cruise, the spotter plane will be paired with the survey vessel and the sightability of each school identified by the sonar will be obtained. We acknowledge that the logistics of this portion of the survey will be challenging, but our goal was to determine the potential performance in the case they can be implemented well.

Forward, sideways, or omnidirectional looking sonar instruments can be used to characterize the depth distribution of the menhaden schools. We used two ranges of detection for sonar, 50 and 200 meters to each side of the vessel, because we are not certain what the range will be in the relatively shallow Chesapeake Bay. The blind spots of sonar beams near the survey vessels are ignored in the simulation as the full water column is included the sonar detection range.

#### *Allocation to hydroacoustic and flight portions of the survey*

The transect designs that were tested include ones that use different number of total transects, and different number of pilots. Total survey budgets tested were between \$240,000 and \$800,000 per year. The budget calculation assumes between 4 and 28 days of research vessel, flight time



and data processing per year. Three allocation schemes were considered: (1) equal allocation between sightability experiment and aerial survey, thus the number of days with both research vessel and paired spotter plane is equal to the number of days with spotter plane only; (2) more acoustic, in that the spotting only days are 25% less than the number of paired survey days; (3) less acoustic, in that the spotting only days are 25% more than the number of paired survey days. Table 3 lists the total days and budgets.

Preliminary estimates of aircraft cruising speed and travel time were derived from a pilot survey in New England (Sulikowski et al. 2012). Based on these estimates, we calculate that 45 transects can be surveyed aurally within a 10 hour flight day. Given preliminary estimates of the vessel speed and travel time, we calculated the number of one hour transects that can be surveyed in each acoustic region. For the baywide design and the long zigzag transect design that involves traveling to the lower bay, we consider only two day cruises, allowing 9 random transects in lower bays and 9 zigzag transects each cruise. For the Patuxent design, we consider one day cruises with 7 random transects. The total Carson days (Table 3) is equally divided among the cruises. Cruise days were sampled systematically among the days with estimated ideal survey conditions between April and November. The total flights are allocated likewise among the days with ideal survey conditions. Because we are using observed (or interpolated) conditions on a specific day, we only used days with conditions that were considered above average for their conditions. For the high budget surveys (\$800k), this resulted in more survey days than days with suitable conditions. In these cases, some days were replicated (i.e., sampled multiple times).

### *Data analyses*

Monte Carlo simulations were performed to evaluate the precision of design options as well as to evaluate the effects of the number of cruises and flights per month. For each Monte Carlo replicate (total = 215), a finite population of menhaden schools was simulated from the fitted point process models and the schools were distributed on the Bay. The simulated population was sampled using hydroacoustic and spotter planes according to the specific aerial survey designs and the simulated data from the sightability experiments (Table 2). The biomass was estimated according to the specific design accounting for sightability (Fieberg 2012). Let  $z_k$  be an indicator variable of aerial sighting in sightability trial  $k$ , and denote  $\theta$  the inverse of a constant

sightability probability or inflation factor associated with each sighted school. Assume a logistic regression such that  $\text{logit}(\Pr(Z_k = 1)) = \beta$ . Denote  $\hat{\beta}$  and  $\hat{\sigma}$  the maximum likelihood estimate of  $\beta$  and its standard error, The inflation factor can be estimated as follows.

$$\hat{\theta} = 1 + \exp\left(-\hat{\beta} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2}\right) \quad (1)$$

In order to estimate biomass, denote  $n$  the number of transects,  $m_i$  the number of schools sighted aerially,  $\pi_i$  the inclusion probability and  $y_{ij}$  the biomass of school  $j$  on  $i^{\text{th}}$  transect.

$$\hat{B} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{(ij)}\hat{\theta}}{\pi_i} \quad (2)$$

The estimate was compared with the simulated biomass to evaluate the precision of each design for the average daily biomass estimate within a year.

We assessed the precision of various designs and estimators using the root mean squared error (RMSE) in terms of the simulated total, which is error in percent of the true value for a given confidence. Let  $B_{tm}$  denote the simulated total biomass for a Monte Carlo replicate and day  $t$  and  $\hat{B}_{mt}$  the corresponding daily biomass estimate for a given design and sample size. We standardize the MSE in terms of simulated total biomass and report RSME by

$$\sqrt{\frac{1}{MT} \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T \left(\frac{\hat{B}_{mt}}{B_{mt}} - 1\right)^2} \quad (3)$$

where  $M$  denote the number of Monte Carlo replicates and  $T$  the total number of days surveyed under a given budget. RMSE describes the relative precision of a design in terms of percentage of the daily population mean of biomass (i.e., the CV).

## Results

The random Forest achieved the minimum predictive error among three models for LIDAR based school size index in a 9-fold cross-validation (Table 4.). Total suspended solids, surface temperature and geographic locations were important predictors in the random forest model (Fig. 2).The school size distribution was predicted based using Random Forest for each proposed survey day (Fig. 3).

Daily survey conditions were estimated in 2017 and 2018: cloud cover estimated from NOAA AVHRR sensors, wave heights from NOAA CBIBS and water clarity from MODIS Aqua sensor

(Fig. 4). Days were divided into tertiles for each condition, and days in the upper tertile from all three conditions were extracted as potential days for simulation testing. Daily estimates of water quality were derived from these days to simulate the population and sightability. One day from each week/fortnight was used to simulate the average daily menhaden population during that period.

Bathymetry, distance to shore, water temperature and total suspended solids were associated with the LIDAR school observations (Fig. 5). The effects of bathymetry were non-linear, surface temperature and distance to shore were weakly and positively associated with school intensity, or the expected number of schools per unit area, total suspended solids was negatively associated with school intensity. The intensity (relative size) of schools was mapped over the study area based on the point process model for each proposed survey day (Fig. 6)

The random forest achieved the best classification of sightability based on cross validation (Table 5). Surface temperature, turbidity and geographic coordinates were associated with sightability (Fig. 7). The effects of turbidity and temperature were both non-linear, sightability was low when we observed extreme temperature or turbidity. Sightability was higher in mesohaline main stem of the Bay and the lower bay embayments.

#### *Effort*

Daily aerial flight covered around 992 km (Appendix Fig. 1). Daily acoustic cruises covered 75 km random transects in the Patuxent River, 51 km in random transects in Lower Bay and 48 km in zigzag fixed transects in lower Bay (Appendix Fig. 2).

#### *Risk*

Biomass could not be estimated when no schools were encountered in the paired survey. The probability of no biomass estimate was termed as risk herein. Assuming independence between scenarios, percentiles (25%, 50% and 75%) of risk were reported for 72 designs across 96 scenarios (Fig. 8). The upper quantile was used as a conservative estimate of risk with each design. The 50 meter side-scan options were associated with over 50% risks, even with the power ball budget. The 200 meter side-scan options yielded low risks even with the lean budget. Increasing the budget lowered the risk further. Among the three paired acoustic designs, the fixed

zigzag transect design was associated with the lowest risk, followed by the random Patuxent design. The lower Bay random transects design was associated with the highest risk.

The individual risks from all 96 scenarios ranged from 0% to 100% (Fig. 9). Risk decreased as the population biomass increased. Higher average sightability (40%) was associated with lower risk than lower average sightability (10%). Constant sightability was associated with lower risk than variable sightability. Spatial structure in school distribution caused higher risk than random school distribution. The spatial size distributions did not change the risk.

### *Biomass*

RMSE was only estimable for the attained (i.e., the paired survey to estimate sightability was successful) biomass estimates (Fig. 10). The number of Monte Carlo replicates differed between designs because of differences in risk of not being able to estimate sightability (Appendix Tables 1-96). For example, the RMSE estimates between 50m and 200m side-scan options were based on different Monte Carlo sample size and not strictly comparable.

Among the 200m designs, the lean budget was associated with around 30% RMSE according to a conservative third quantile across scenarios; the zigzag design achieved an RMSE around 20%. Larger budgets resulted in lower RMSE using the zigzag design, or 20% RMSE in more than 75% of scenarios. The two random paired designs (Patuxent and lower Bay), however, did not achieve 25% RMSE except under the power ball budget. Given the same amount of paired surveys, the RMSEs associated with 75% and 125% of flight days were similar.

The designs were ranked according to each budget, side-scan swath and population scenarios (Fig. 11). The rank focused on the difference between the three acoustic designs and three ratios of flight versus paired survey days. Ranking emphasized the performance of the zigzag paired survey over other options, but no gain was observed in ranks when we allocated more to aerial surveys relative to paired surveys.

Individual RMSEs ranged from 0% to 100% (Fig. 12). RMSEs decreased as the population size increased from 2.5% to 20%, and when the average sightability increased from 10% to 40%. Variable sightability was associated with higher RMSEs than constant sightability. Spatial structure in the distribution of schools was associated with higher RMSEs than the random schooling distribution, but the RMSEs under spatially structured size distribution were not

different from those under random size distribution. The results for year 2018 (Appendix Fig. 3-8) were similar to year 2017 reported here.

### **Recommendation**

In summary, we recommend using a paired survey approach to menhaden biomass estimation in the Chesapeake Bay. Generally, higher budgets resulted in better results. The paired surveys should receive priority over the aerial surveys, in that at least 25% more days be allocated to paired surveys. We recommend a state-of-art omni-directional sonar over more survey efforts, as the lower side-scan swath options were risky and often achieved unacceptable CVs even with unrealistically large efforts. With the 200m side-scan swath, we recommend fixed zigzag transect design in lower bay, such surveys are expected to achieve CVs between 10% and 20% based on the simulation assumptions.

There were significant variations of survey CVs across population scenarios, which isn't under management regulation and control. We recommend using 75<sup>th</sup> percentile across 96 scenarios to estimate the likely CV of a biomass estimate to account for population variability. The results herein assume independence and equal weighting across these scenarios. The LIDAR surveys data can be resampled to weight these scenarios.

### *Estimating exploitation rates*

One goal of estimating biomass of menhaden in Chesapeake Bay is to estimate the effect of fishing. If daily estimates of biomass and harvest are available, the exploitation rate can be estimated using a closed population assumption. This assumption likely would only hold for relatively short periods (1 month or less), so surveys would likely need to be conducted throughout the fishing season.

A potential algorithm will be shown with an example. If we start with 1000 units of menhaden on day 1 and end with 900 units on day 7, then the average daily biomass is 950. The average exploitation rate could be calculated as  $u = H/B$ , where  $u$  is the exploitation rate,  $H$  is the total harvest during the seven-day period, and  $B$  is the average daily biomass. Thus, if  $H = 50$ , then  $u = 0.052$ . Parametric bootstrapping could be used to generate confidence intervals for the estimated exploitation rate.

## References

- Churnside, J.H., Sharov, A.F. and Richter, R.A. (2010) Aerial surveys of fish in estuaries: a case study in Chesapeake Bay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*.
- Fieberg, J. (2012) Estimating population abundance using sightability models: R SightabilityModel package. *Journal of Statistical Software* 51(9), 1-20.
- Simmonds, J. (1996) Survey design and effort allocation: A synthesis of choices and decisions for an acoustic survey. North sea herring is used as an example. *ICES J. Mar Sci* 53, 285-298.
- Smith, J.W. (1999) Distribution of Atlantic menhaden, *Brevoortia tyrannus*, purse-seine sets and catches from southern New England to North Carolina, 1985-96.
- Smith, J.W. (2001) Distribution of catch in the Gulf Menhaden, *Brevoortia Paironus*, Purse Seine Fishery in the northern Gulf of Mexico from logbook information: Are there relationships to the hypoxic zone? *Coastal hypoxia: consequences for living resources and ecosystems* 58, 311-320.
- Sulikowski, J., Morgan, A., Amy, C. and Butterworth, D. (2012) Inferences from aerial surveys on the abundance of Atlantic menhaden from outside the normal fishery range: implications for improved management of this resource.

Table 1. Assumed levels of Atlantic menhaden biomass and exploitation rates (if the 86,000 MT Bay cap was caught) used in the simulation study. These scenarios are used to represent plausible levels of menhaden biomass in Chesapeake Bay.

Percentage of coastwide biomass	2.5%	5%	10%	20%
Biomass (MT)	117	234	468	935
Exploitation rate (proportion)	0.74	0.37	0.18	0.09

DRAFT

Table 2, Summary of parameters in the simulation study.

<b>Category</b>	<b>Parameter</b>	<b>Values</b>
Sightability experiment (Hydro-acoustics, paired with spotting planes for identified schools)	Area of hydroacoustics	(1) lower bay; (2) Patuxent; (3) a long zigzag transect.
	Detectability function of hydroacoustics	(1) 50m and (2) 200m horizontal both sides, vertical assumed covering the entire water column suitable for menhaden schools
	Amount of hydroacoustics	(1) equal acoustic; (2) more acoustic and (3) less acoustic. For each scenario, use 4, 8 and 12 days of acoustics so that total budget is \$100-800K, see Table 4.
Aerial Design	Stratification	(1) No stratification
	Sightability	(1) Constant 10% and 40% , or (2) Depends on water quality and weather conditions, with 10% and 40% on average.
	Number of flights	See amount of hydroacoustics.
Menhaden Population	Percent of biomass removal by the reduction fishery	2.5%, 11.25%, 20% of 2019 estimate of coastwide biomass
	School size distribution	(1) no spatial structure, (2) spatial structured
	Horizontal spatial distribution of schools	(1) complete spatial random, or (2) spatial clustered population.
Data analysis	Biomass estimator	(1) Design based estimator accounting for estimated sightability



Table 3: Total budget for three allocation schemes, ratio denote that between aerial survey days per year and the paired sightability experiment days, total is the estimated budget.

<b>Allocation</b>	<b>Carson (days)</b>	<b>Spotter (days)</b>	<b>Total (\$1,000)</b>
flight equal acoustic	4	8	238
	8	16	328
	12	24	417
	28	56	776
25% more acoustic	4	7	234
	8	14	320
	12	21	406
	28	49	749
25% less acoustic	4	9	242
	8	18	335
	12	27	429
	28	63	803

DRAFT

Table 4: Cross validated (nine fold) predictive performance for LIDAR school size distribution based on bathymetry, temperature, salinity, distance to shore and total suspended solids. MSE: root mean squared error, MAE mean absolute error, SE predictive standard error, PCT, coverage of 95% predictive intervals. MSE, MAE and SE were reported as proportion of the standard deviation of held-off school sizes.

	MSE	MAE	SE	PCT
GAM	0.977	0.757	0.248	0.400
RF	0.896	0.701		
INLA	0.933	0.725	0.368	0.605

DRAFT

Table 5: Area under ROC curve for three video sighting classifiers based on bathymetry, surface temperature, salinity, distance to shore and total suspended solids: (1) GAM: generalized additive model; (2) RF: random forest; (3) INLA: spatial logistic regression using Integrated Nested Laplace Approximation.

GAM	RF	INLA
0.6772	0.8254	0.8134

DRAFT

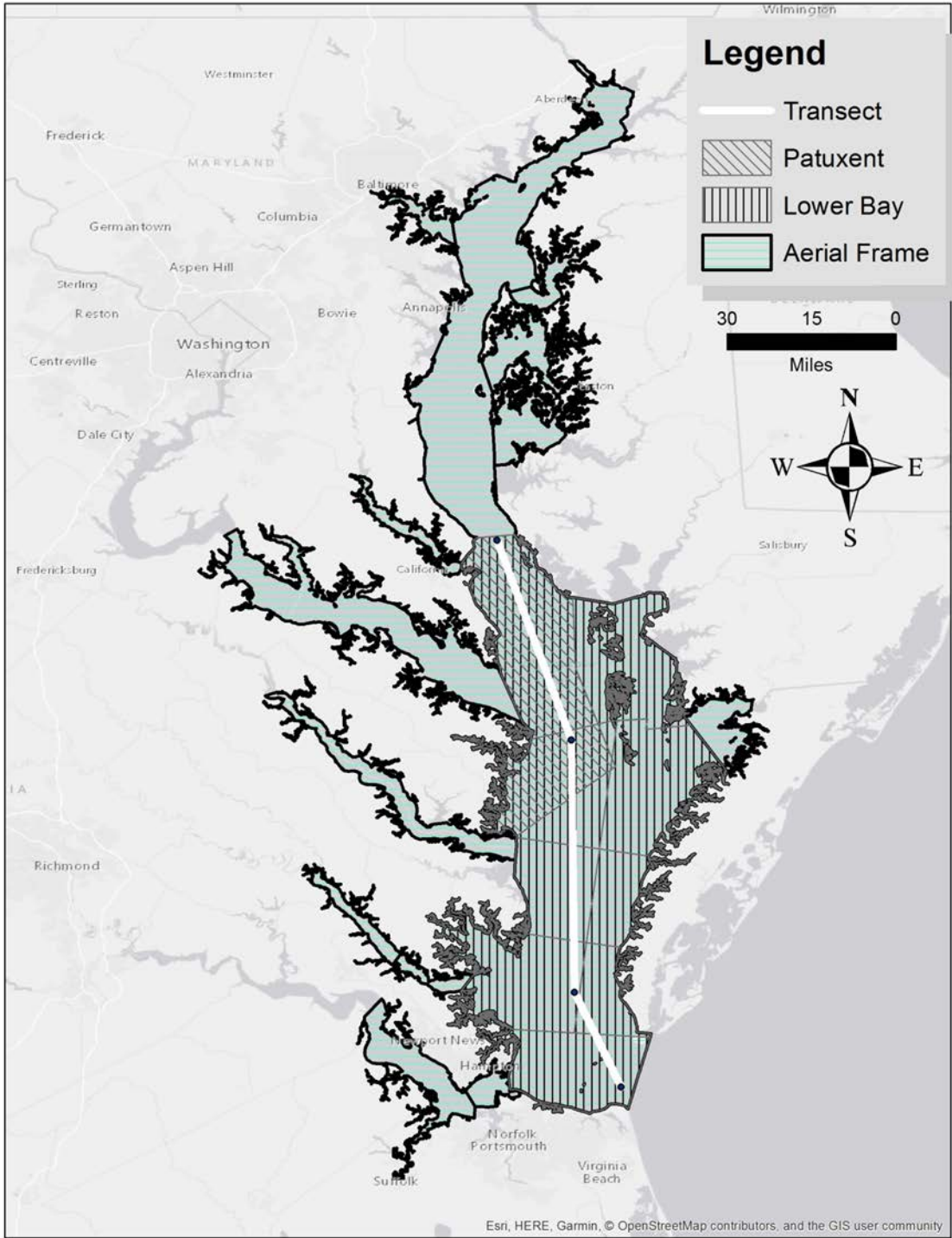


Figure 1: Study areas for aerial survey, and three designs for sightability experiments: (1) Lower Bay, (2) Patuxent, and (3) a zig-zag transect.

### Size distribution (Random Forest)

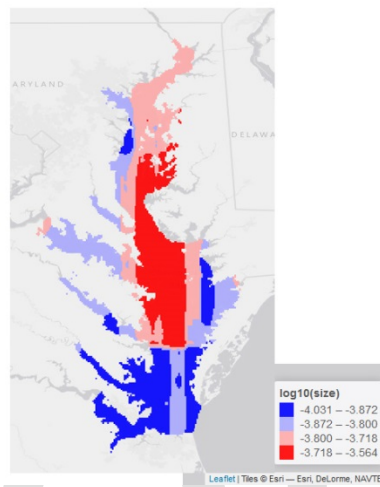
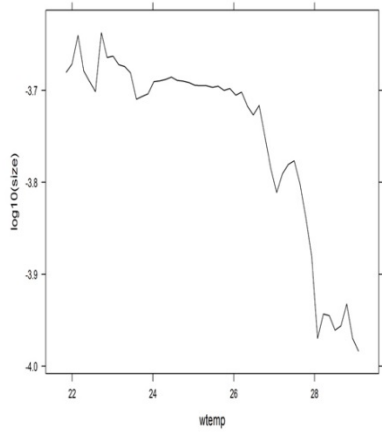
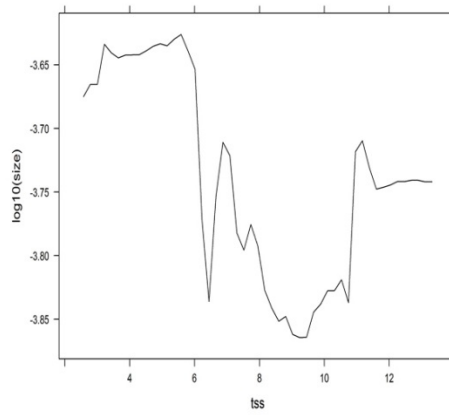
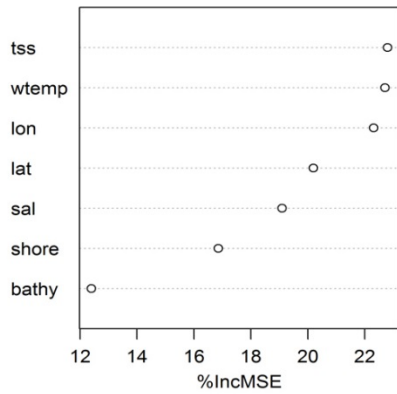


Figure 2: Importance plot of random forest for school size, and partial dependence plots for total suspended solids (tss), surface temperature (wtemp), and geographic coordinates.

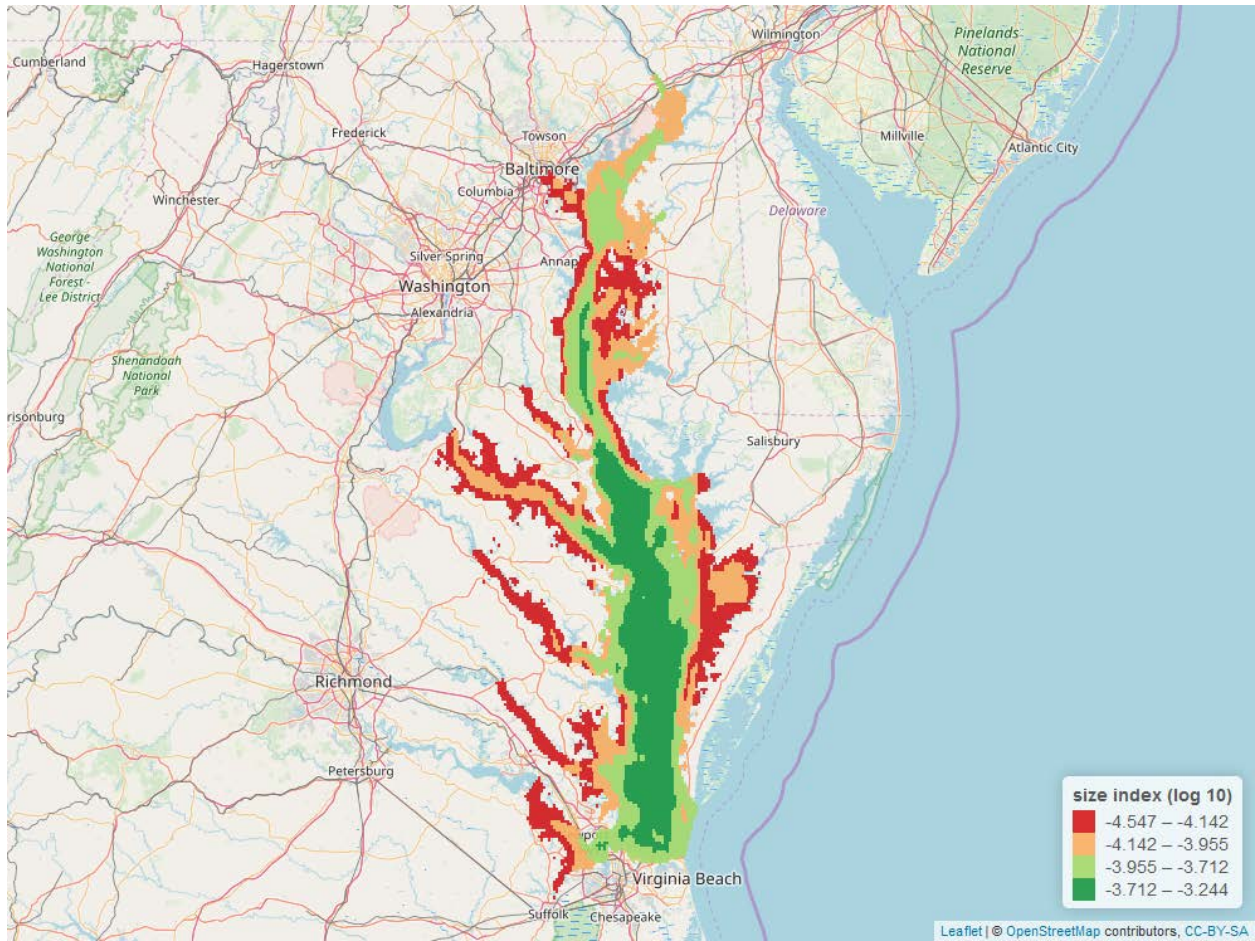


Figure 3: Predicted school size distribution based on random forest for a chosen dates with ideal survey condition.

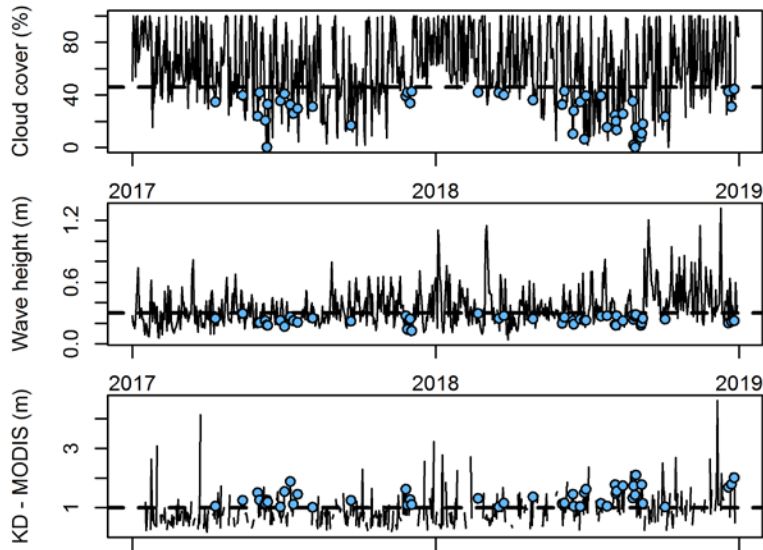


Figure 4: Survey condition daily estimates in 2017 and 2018: cloud cover estimated from NOAA AVHRR sensors, wave heights from NOAA CBIBS and water clarity from MODIS Aqua sensor, blue dots denote days in the upper tertile of all three conditions.

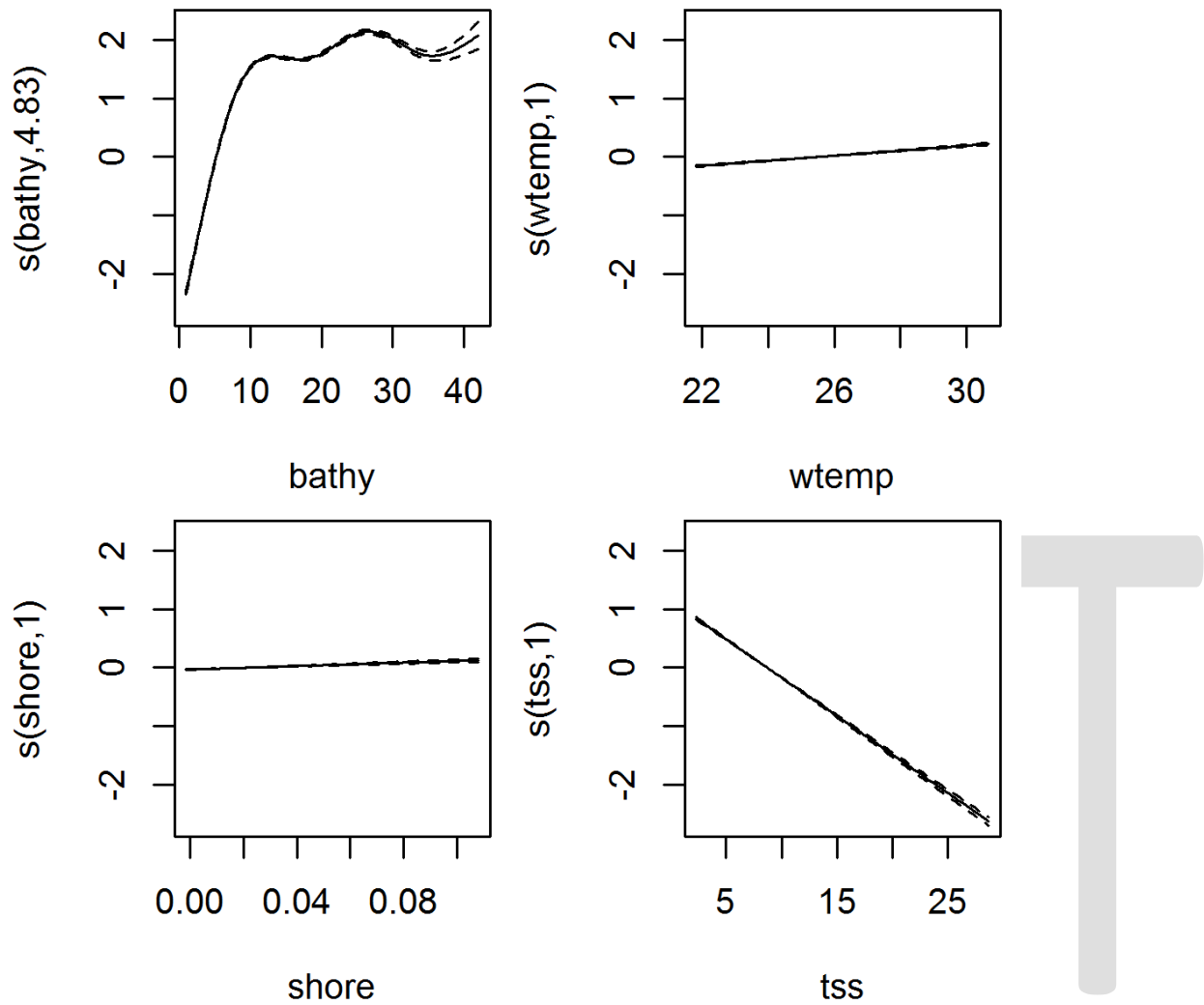


Figure 5: Partial effect size of school intensity based on Poisson Point Process Modeling of LIDAR schools July and September 2007, bathy, wtemp, shore and tss denotes the bathymetry, surface water temperature (DegC), distance to shore (decimal degree) and total suspended solids, wtemp and tss were interpolated from the long term monitoring data from Data Hub using R package automap. Model selection was conducted using backward elimination based on approximated Wald test for smooth terms implemented in R package mgcv.



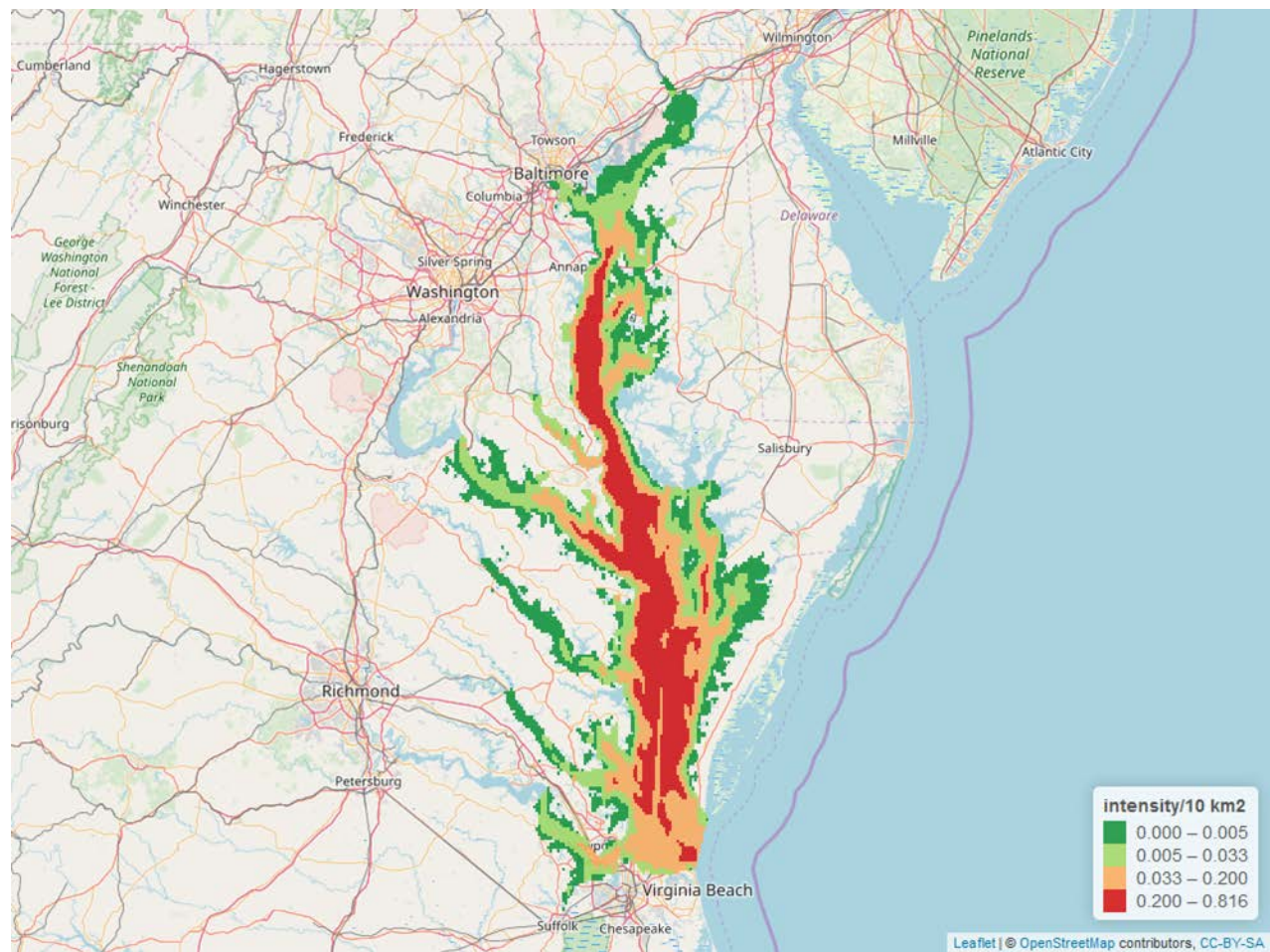


Figure 6: Expected schools per 10 km<sup>2</sup> from one LIDAR survey similar to the July or September 2007 survey during a week with ideal survey condition.

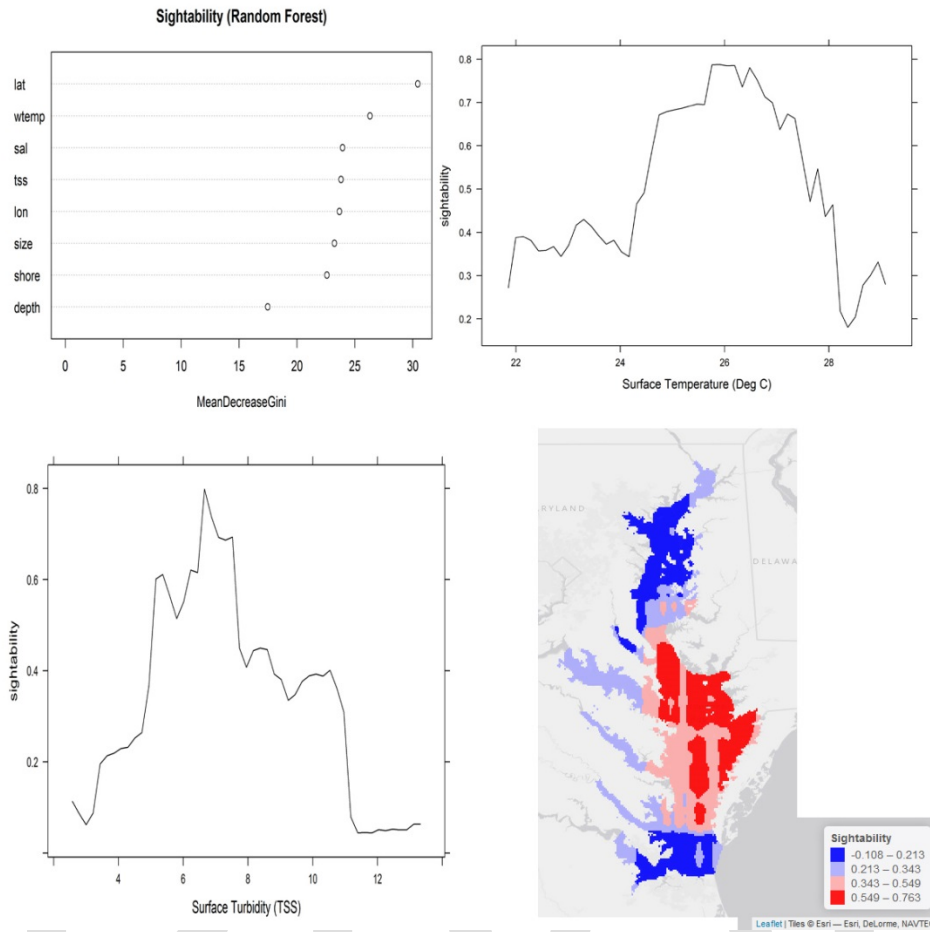


Figure 7: Importance plot of random forest for aerial sightability, and partial dependence plots for total suspended solids (tss), surface temperature (wtemp), and geographic coordinates.

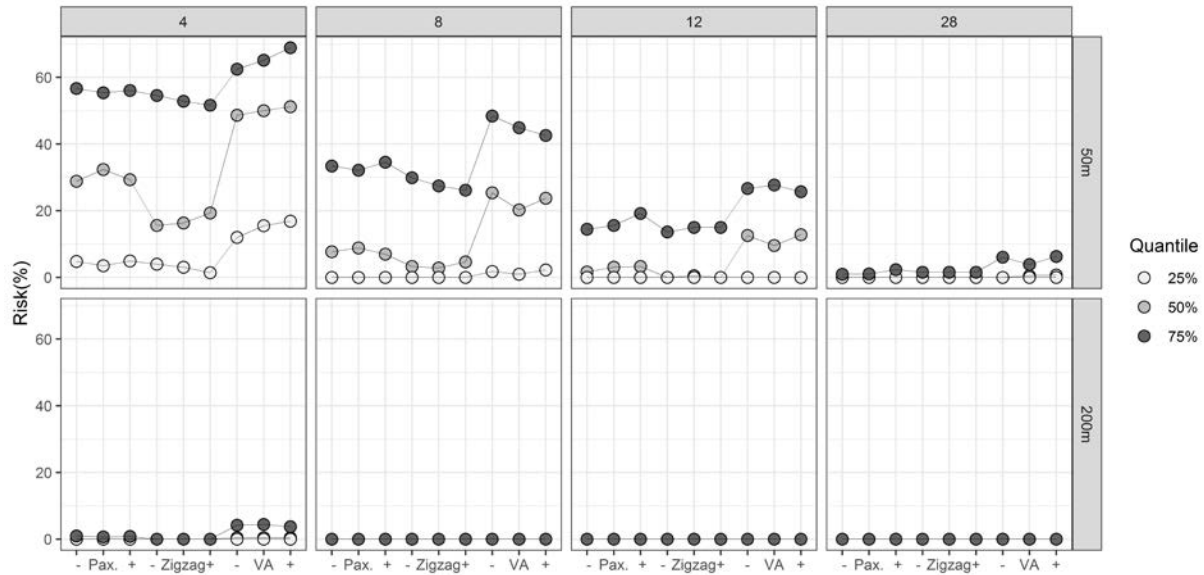


Figure 8: Risk of no biomass estimation in terms of probability of not sighting schools in sightability experiment, according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.

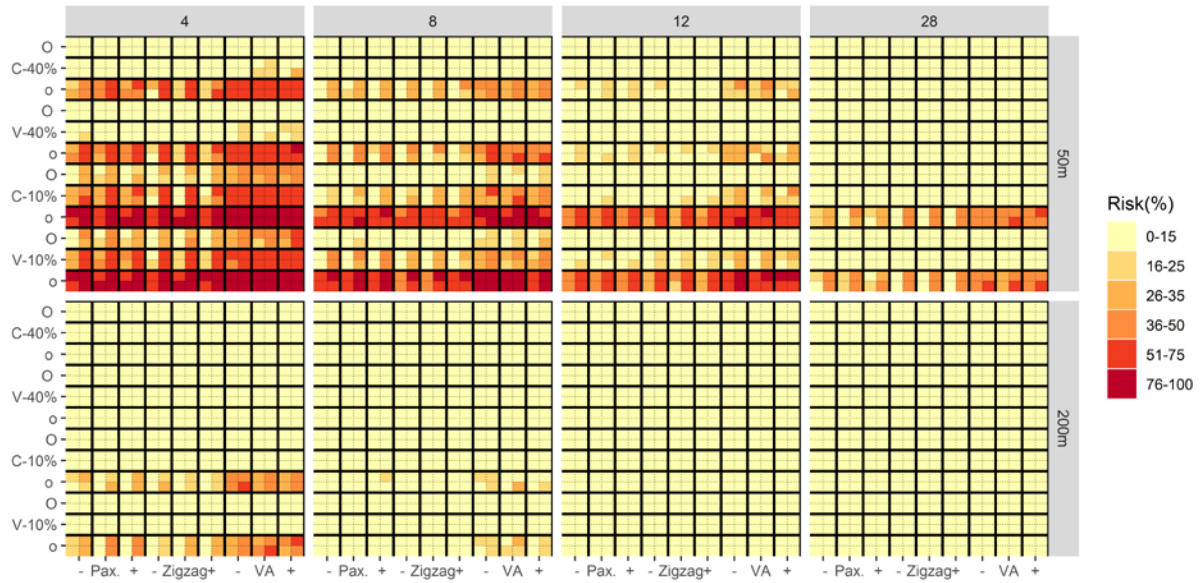


Figure 9: Probability of no encounter for biomass estimate (Risk %), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days to acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, sightability (V=Variable, C=Constant, 10%=Overall-10%, 40%=Overall 40%) and population size (o=2.5% of 2019 biomass, blank=11.25%, O=20%) on vertical axis. Each square represents 2x2 squares of spatial distribution, horizontally whether school distribution was structured, and vertically whether size distribution was structured. Number of Carson days on horizontal panel and side-scan width on vertical panels, year 2017.

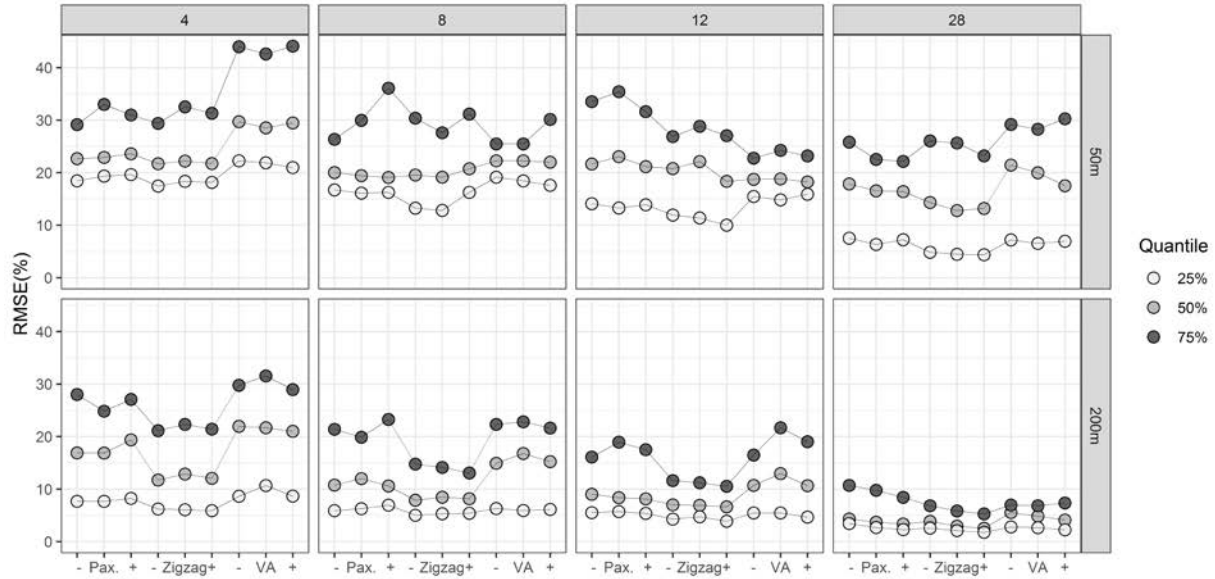


Figure 10: RMSE of monthly biomass estimate (%), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.

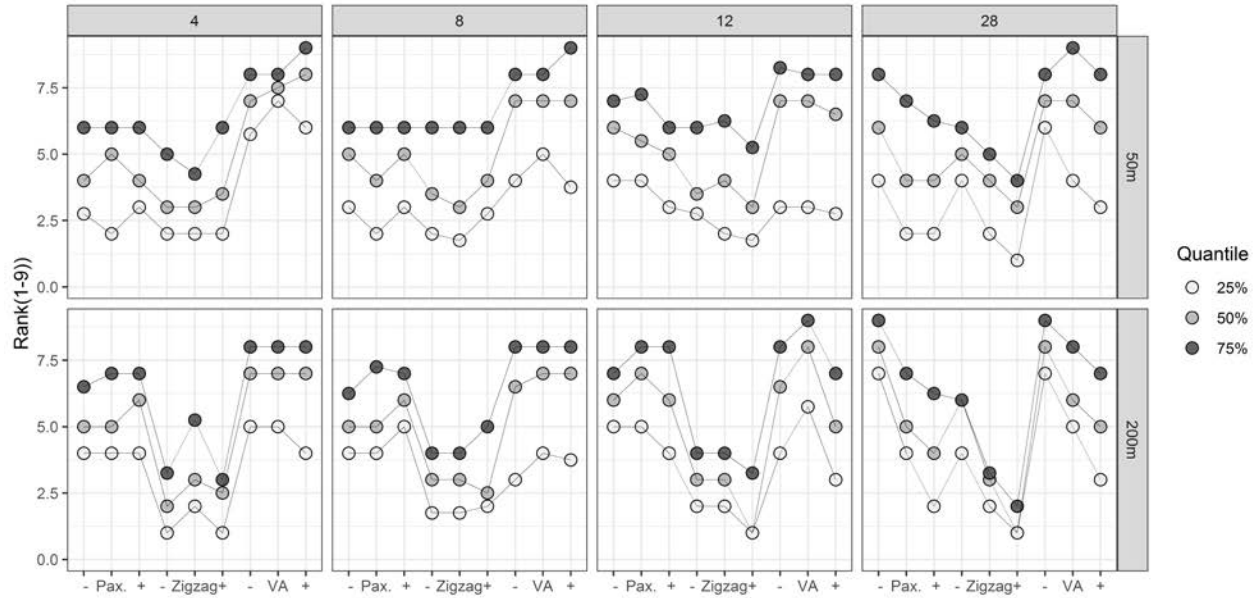


Figure 11: Rank of attained monthly RMSE within each budget, sonar equipment and population scenario, according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.

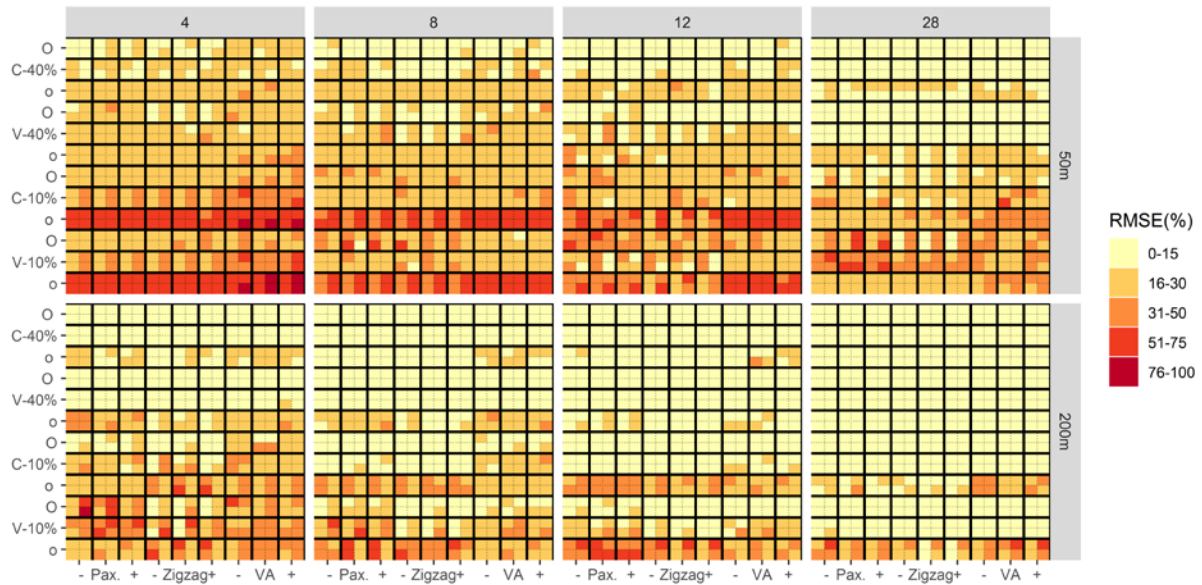


Figure 12: RMSE of monthly biomass estimate (%), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days to acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, sightability (V=Variable, C=Constant, 10%=Overall-10%, 40%=Overall 40%) and population size (o=2.5% of 2019 biomass, blank=11.25%, O=20%) on vertical axis. Each square represents 2x2 squares of spatial distribution, horizontally whether school distribution was structured, and vertically whether size distribution was structured. Number of Carson days on horizontal panel and side-scan width on vertical panels, year 2017.



## **Appendix I.**

### **Environmental data details**

Salinity and temperature are important variables that indicate habitat quality for menhaden. Favorable conditions for recruitment of Atlantic menhaden are typically associated with relatively warm and dry conditions (Houde et al. 2016). Decadal climatic variability has also been associated with menhaden recruitment (Buchheister et al. 2016). We will explore the sea surface temperature obtained by AVHRR on board NOAA and European satellites, and processed at 1.1 km resolution, and surface data interpolated from the Chesapeake Bay program's long term monitoring database.

The amount of suspended matters can affect the menhaden distribution. Abundance indices were positively correlated with water clarity, which could be attributed to favorable environmental conditions related with low fresh water discharge (Houde et al. 2016). However, menhaden were found in areas associated with high concentration of suspended material (Scharf et al. 2004). Despite the uncertain association, we included suspend matter in habitat study and use the MODIS data from NASA Aqua satellite with 250 m processed spatial resolution.

Poor catch of menhaden has been associated with hypoxic volume in the Gulf of Mexico (Smith 2001). In addition, near shore shift has been observed for the population due to low oxygen, indicating that dissolved oxygen has an effect on the measurement and distribution of menhaden (Langseth et al. 2014).

The vertical distribution of menhaden in the Chesapeake Bay is poorly understood. However avoidance behavior has been observed in lab studies to conditions approaching 1 mg/l (Wannamaker and Rice 2000). Thus profile of dissolved oxygen was used to define the vertical distribution of the schools in the water column.

### **Sightability**

Sightability estimate RMSE ranged from 40% to 150%, and were large when the overall probability was low or the side-scan detectability was narrow (50m) (Appendix Fig. 8). Patuxent and zigzag areas were associated with lower RMSE than lower-Bay. RMSEs were larger when the time-varying sightability was simulated. The decrease in RMSE appears slower than linear and concave.

RMSE for sightability decreased as population biomass increased (Appendix Fig. 9). Spatial structure in location or size both reduced the errors in sightability estimates. Qualitative similar results were observed for 2017 and 2018.

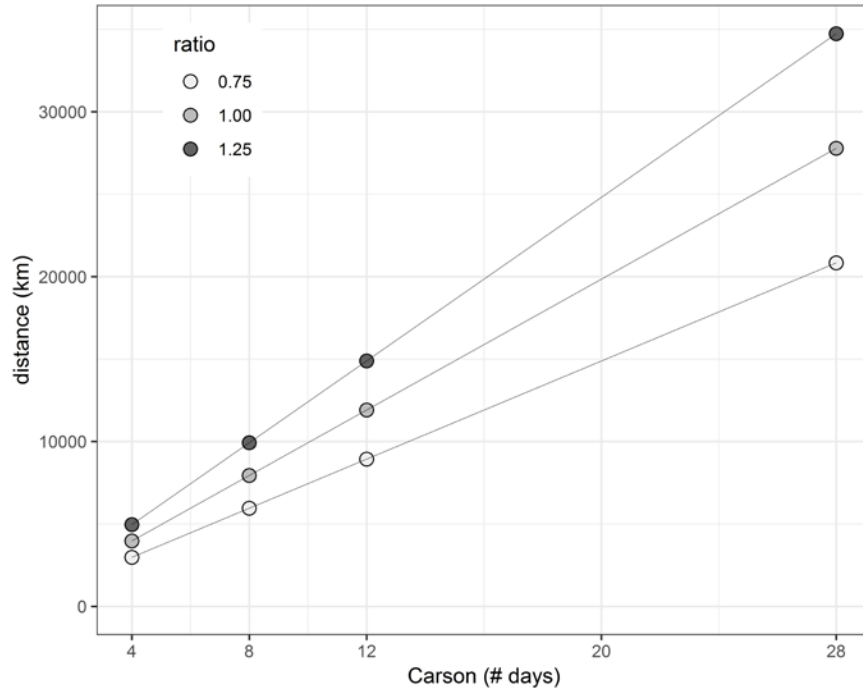
### **References**



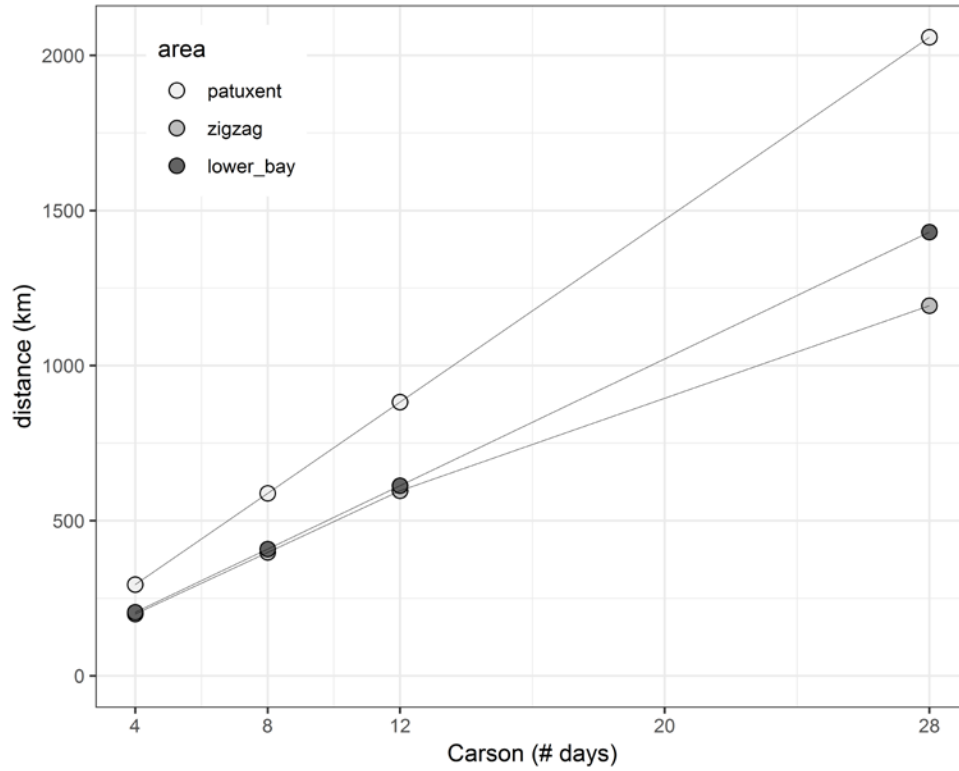
Buchheister, A., Miller, T. J., Houde, E. D., Secor, D. H., & Latour, R. J. (2016). Spatial and temporal dynamics of Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) recruitment in the Northwest Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 73(4), 1147-1159.

Houde, E. D., Annis, E. R., Harding Jr, L. W., Mallonee, M. E., & Wilberg, M. J. (2016). Factors affecting the abundance of age-0 Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) in Chesapeake Bay. *ICES Journal of Marine Science*, 73(9), 2238-2251.

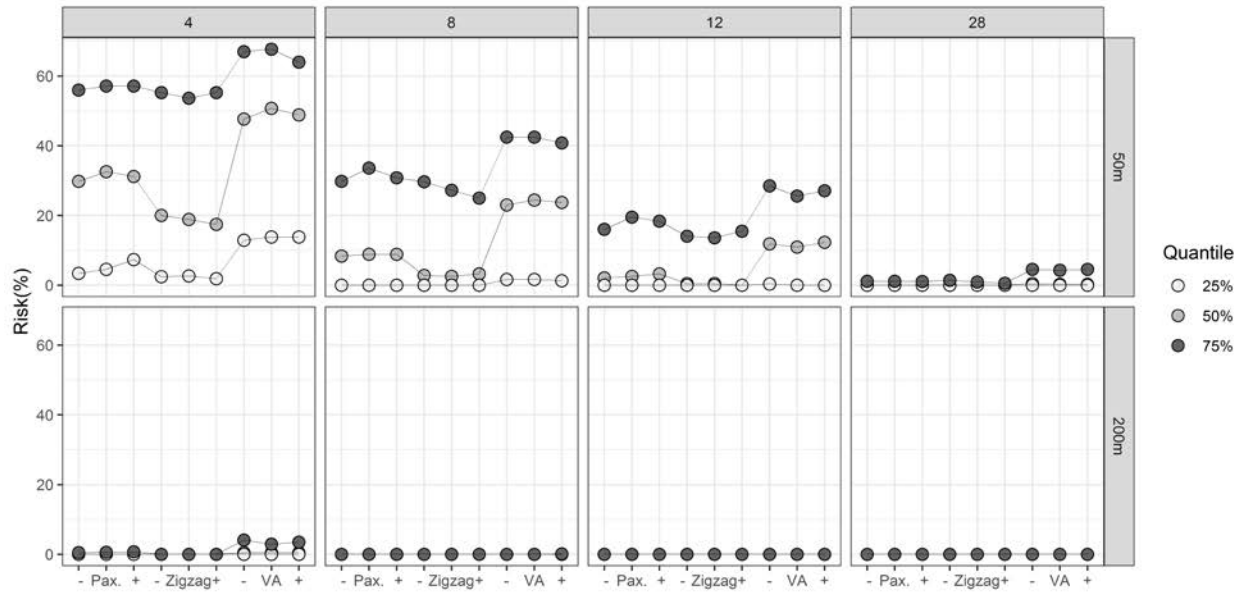
Scharf, F. S., Manderson, J. P., Fabrizio, M. C., Pessutti, J. P., Rosendale, J. E., Chant, R. J., & Bejda, A. J. (2004). Seasonal and interannual patterns of distribution and diet of bluefish within a Middle Atlantic Bight estuary in relation to abiotic and biotic factors. *Estuaries*, 27(3), 426-436.



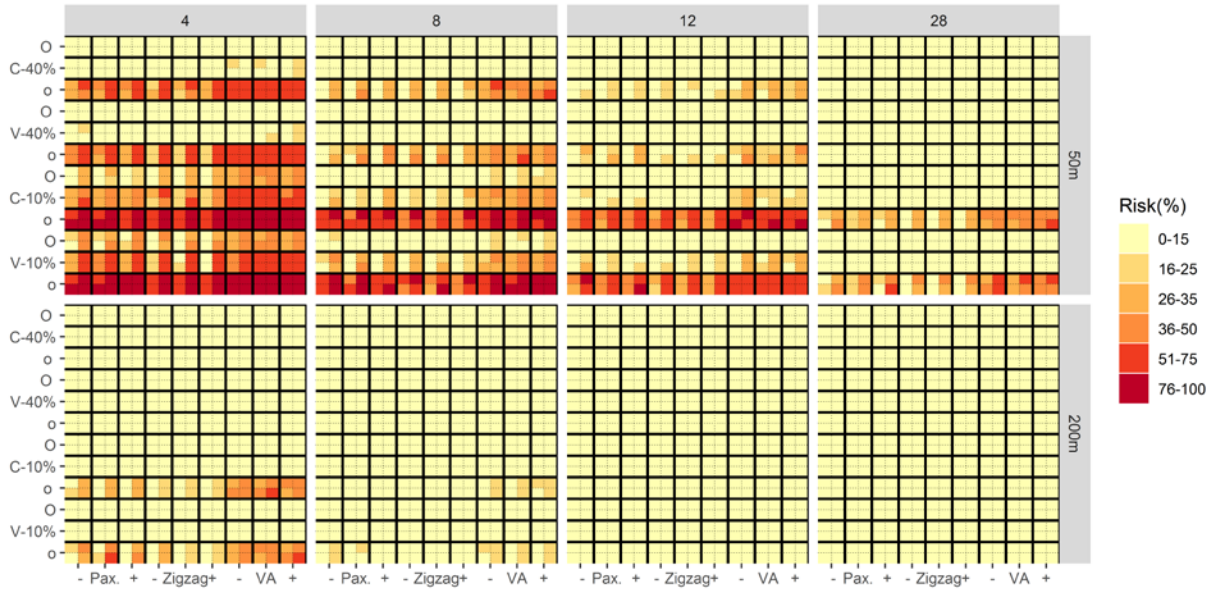
Appendix Figure 1: Average cumulative distance of flight according to the budget (number of Carson days) and allocation ratio between flight and cruise (75%, 100% and 125%).



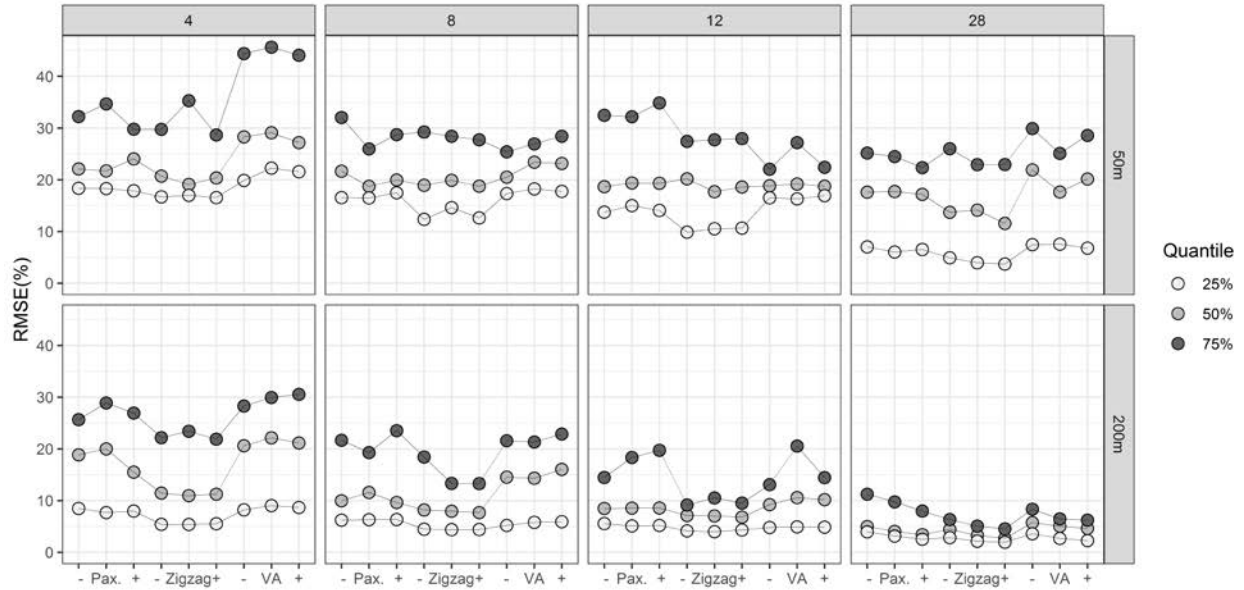
Appendix Figure 2: Cumulative distance of cruise for three regional designs, random transects in Patuxent or lower Bay, and a fixed zigzag transect in lower Bay (symbols).



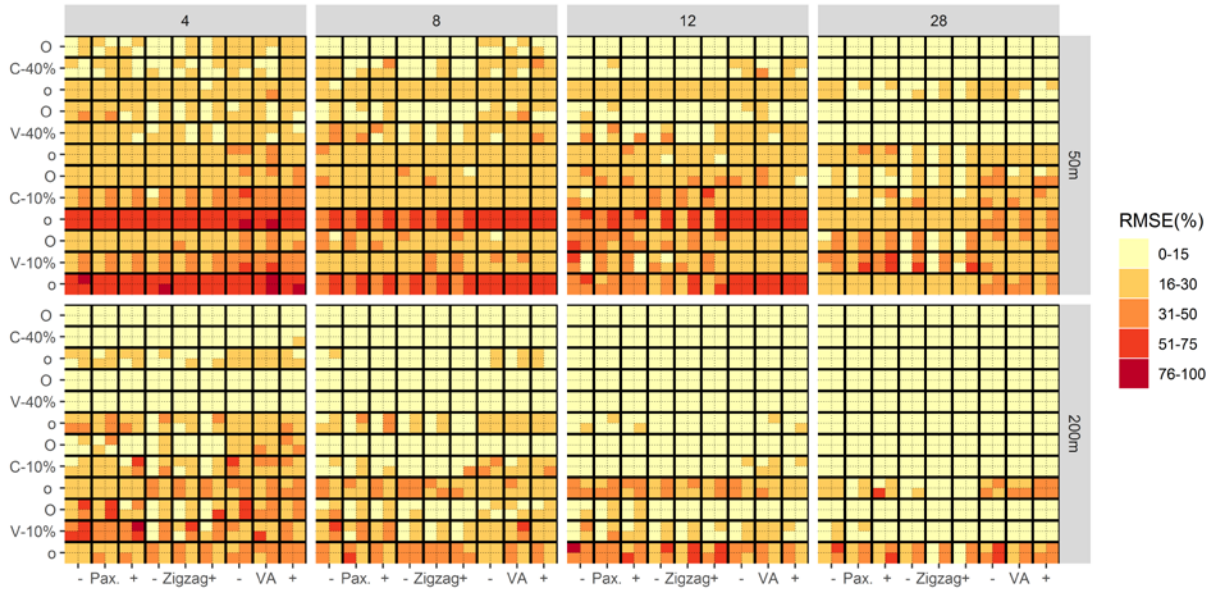
Appendix Figure 3: 2018 Risk of no biomass estimation in terms of probability of not sighting schools in sightability experiment, according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition and year. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.



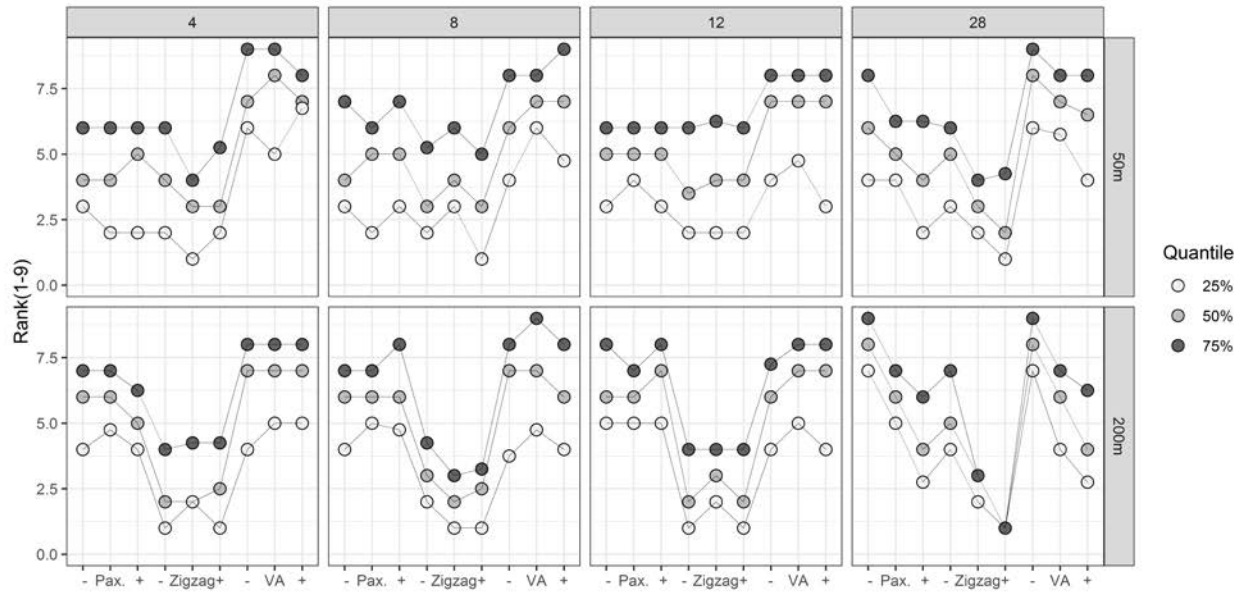
Appendix Figure 4: Probability of no encounter for biomass estimate (Risk %), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days to acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, sightability (V=Variable, C=Constant, 10%=Overall-10%, 40%=Overall 40%) and population size (o=2.5% of 2019 biomass, blank=11.25%, O=20%) on vertical axis. Each square represents 2x2 squares of spatial distribution, horizontally whether school distribution was structured, and vertically whether size distribution was structured. Number of Carson days on horizontal panel and side-scan width on vertical panels, year 2018.



Appendix Figure 5: 2018 RMSE of monthly biomass estimate (%), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition and year. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.

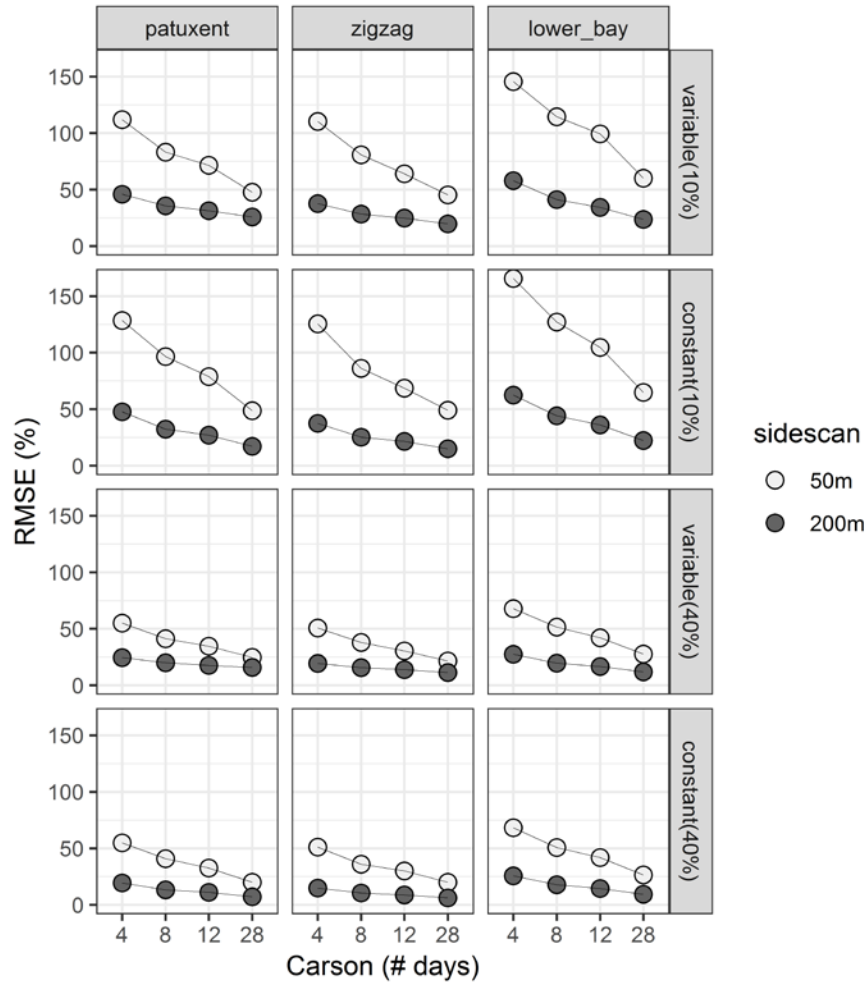


Appendix Figure 6: RMSE of monthly biomass estimate (%), according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days to acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, sightability (V=Variable, C=Constant, 10%=Overall-10%, 40%=Overall 40%) and population size (o=2.5% of 2019 biomass, blank=11.25%, O=20%) on vertical axis. Each square represents 2x2 squares of spatial distribution, horizontally whether school distribution was structured, and vertically whether size distribution was structured. Number of Carson days on horizontal panel and side-scan width on vertical panels, year 2018.

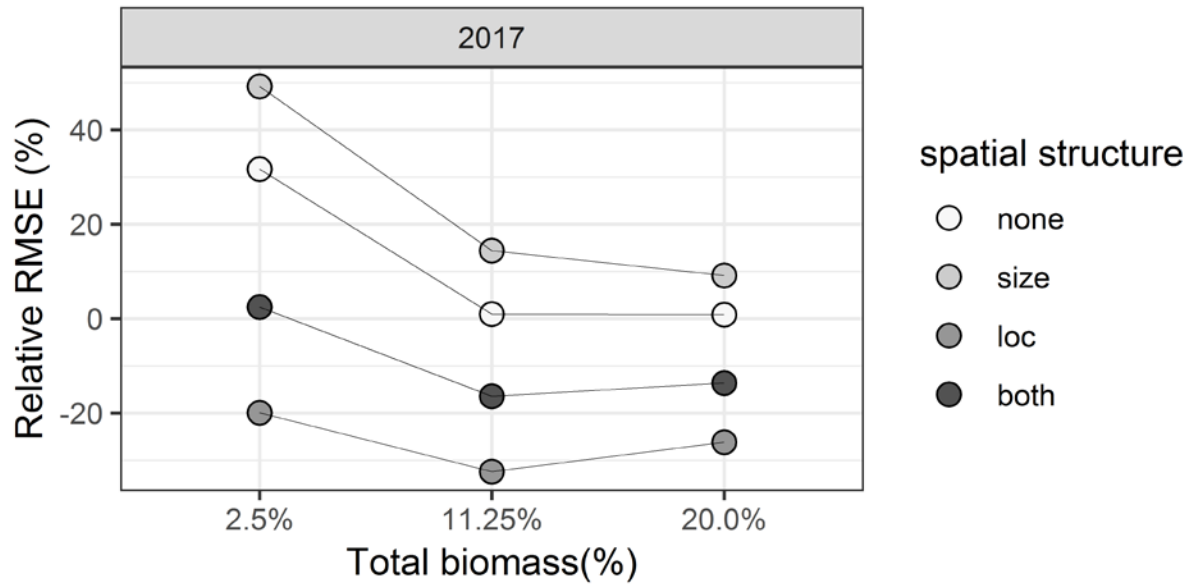


Appendix Figure 7: 2018 Rank of attained monthly RMSE within each budget, sonar equipment and population scenario, according to acoustic regions (Pax=random transects in Patuxent, Zigzag=fixed long transect lower Bay, VA=random transects lower Bay) and ratio of flight days in acoustic days (-=75%, blank=100%, +=125%) on horizontal axis, averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school and size spatial distribution, sightability condition and year. Columns denote number of Carson days and rows denote sonar side-scan width.





Appendix Figure 8: RMSE of sightability estimate in 2017 (data for 2018 are similar), according to the number of Carson days (x-axis) and swath of side-scan sonar (symbols), averaged over population size (in terms of 2019 stock assessment), school spatial distribution, size distribution, allocation method to flights and year. Rows denote sightability scenarios, columns denote acoustic region (baywide versus Patuxent).



Appendix Figure 9: RMSE of sightability estimate, relative to the average RMSE under each survey effort, acoustic equipment /design, and sightability scenario, according to total biomass (x-axis % of 2019 stock assessment estimate) and school distribution (symbols). Vertical panels indicate years (2017 shown, data for 2018 similar).

## Appendix II.

Table 1: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	59	0.61	0.57	0.64	180	0.29	0.24	0.34
4	0.75	zigzag	61	0.53	0.49	0.57	213	0.58	0.41	0.75
4	0.75	lower_bay	32	0.70	0.65	0.75	151	0.29	0.26	0.32
4	1.00	patuxent	41	0.61	0.57	0.66	185	0.31	0.26	0.36
4	1.00	zigzag	53	0.53	0.50	0.57	209	0.40	0.31	0.49
4	1.00	lower_bay	28	0.68	0.63	0.73	122	0.33	0.30	0.36
4	1.25	patuxent	37	0.55	0.50	0.60	187	0.28	0.23	0.32
4	1.25	zigzag	75	0.51	0.48	0.54	215	0.35	0.26	0.43
4	1.25	lower_bay	27	0.72	0.68	0.76	152	0.27	0.25	0.30
8	0.75	patuxent	91	0.45	0.42	0.49	209	0.42	0.33	0.50
8	0.75	zigzag	124	0.34	0.31	0.36	215	0.54	0.39	0.69
8	0.75	lower_bay	48	0.60	0.56	0.64	192	0.30	0.26	0.33
8	1.00	patuxent	87	0.44	0.41	0.48	211	0.72	0.57	0.87
8	1.00	zigzag	110	0.36	0.33	0.39	215	0.36	0.28	0.44
8	1.00	lower_bay	48	0.59	0.56	0.62	179	0.31	0.28	0.35
8	1.25	patuxent	92	0.45	0.42	0.48	215	0.57	0.44	0.69
8	1.25	zigzag	105	0.36	0.33	0.40	215	0.41	0.32	0.51
8	1.25	lower_bay	67	0.55	0.52	0.59	191	0.27	0.23	0.30
12	0.75	patuxent	120	0.31	0.29	0.34	215	0.34	0.24	0.43
12	0.75	zigzag	152	0.26	0.24	0.29	215	0.30	0.24	0.37
12	0.75	lower_bay	55	0.53	0.48	0.57	199	0.35	0.26	0.44
12	1.00	patuxent	113	0.36	0.33	0.39	215	0.59	0.43	0.75
12	1.00	zigzag	162	0.25	0.23	0.27	215	0.27	0.22	0.32
12	1.00	lower_bay	79	0.54	0.51	0.57	206	0.49	0.39	0.60
12	1.25	patuxent	113	0.32	0.29	0.35	214	0.52	0.37	0.67
12	1.25	zigzag	152	0.22	0.20	0.24	215	0.24	0.21	0.28
12	1.25	lower_bay	65	0.53	0.50	0.57	210	0.43	0.34	0.52
28	0.75	patuxent	192	0.24	0.22	0.26	215	0.36	0.26	0.46
28	0.75	zigzag	199	0.27	0.23	0.31	215	0.18	0.15	0.21
28	0.75	lower_bay	137	0.28	0.25	0.30	213	0.26	0.20	0.32
28	1.00	patuxent	179	0.21	0.19	0.23	215	0.24	0.18	0.29
28	1.00	zigzag	199	0.24	0.20	0.27	215	0.13	0.11	0.15
28	1.00	lower_bay	145	0.29	0.27	0.31	215	0.26	0.20	0.31
28	1.25	patuxent	176	0.18	0.16	0.21	215	0.17	0.14	0.20
28	1.25	zigzag	199	0.21	0.18	0.24	215	0.13	0.11	0.15
28	1.25	lower_bay	138	0.30	0.27	0.32	215	0.27	0.21	0.34

Table 2: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	147	0.25	0.22	0.28	215	0.29	0.22	0.37
4	0.75	zigzag	175	0.25	0.21	0.29	215	0.15	0.12	0.17
4	0.75	lower_bay	111	0.37	0.33	0.40	213	0.45	0.26	0.64
4	1.00	patuxent	138	0.24	0.21	0.26	215	0.51	0.26	0.77
4	1.00	zigzag	176	0.25	0.21	0.29	215	0.14	0.12	0.15
4	1.00	lower_bay	107	0.42	0.39	0.45	208	0.30	0.22	0.38
4	1.25	patuxent	148	0.24	0.22	0.27	215	0.38	0.29	0.47
4	1.25	zigzag	171	0.21	0.17	0.24	215	0.30	0.19	0.40
4	1.25	lower_bay	103	0.38	0.34	0.42	212	0.42	0.32	0.52
8	0.75	patuxent	199	0.21	0.18	0.23	215	0.21	0.16	0.25
8	0.75	zigzag	205	0.45	0.34	0.55	215	0.12	0.10	0.13
8	0.75	lower_bay	151	0.24	0.22	0.27	215	0.21	0.16	0.27
8	1.00	patuxent	199	0.20	0.17	0.23	215	0.19	0.15	0.23
8	1.00	zigzag	211	0.32	0.26	0.39	215	0.13	0.12	0.15
8	1.00	lower_bay	172	0.25	0.23	0.28	215	0.35	0.22	0.49
8	1.25	patuxent	203	0.22	0.19	0.25	215	0.23	0.19	0.28
8	1.25	zigzag	204	0.40	0.30	0.50	215	0.13	0.11	0.14
8	1.25	lower_bay	143	0.21	0.19	0.23	215	0.25	0.19	0.31
12	0.75	patuxent	213	0.36	0.27	0.44	215	0.17	0.14	0.19
12	0.75	zigzag	215	0.40	0.27	0.53	215	0.12	0.11	0.13
12	0.75	lower_bay	187	0.21	0.19	0.23	215	0.13	0.11	0.15
12	1.00	patuxent	211	0.48	0.38	0.59	215	0.19	0.14	0.23
12	1.00	zigzag	212	0.29	0.22	0.37	215	0.11	0.10	0.12
12	1.00	lower_bay	183	0.22	0.19	0.25	215	0.19	0.14	0.24
12	1.25	patuxent	215	0.29	0.22	0.36	215	0.17	0.15	0.19
12	1.25	zigzag	214	0.44	0.29	0.60	215	0.11	0.10	0.12
12	1.25	lower_bay	188	0.20	0.18	0.22	215	0.20	0.16	0.24
28	0.75	patuxent	215	0.42	0.21	0.62	215	0.11	0.10	0.12
28	0.75	zigzag	215	0.32	0.11	0.54	215	0.07	0.07	0.08
28	0.75	lower_bay	214	0.33	0.24	0.42	215	0.10	0.09	0.11
28	1.00	patuxent	215	0.55	0.18	0.92	215	0.09	0.09	0.10
28	1.00	zigzag	215	0.35	0.09	0.61	215	0.06	0.06	0.06
28	1.00	lower_bay	211	0.22	0.17	0.27	215	0.08	0.07	0.09
28	1.25	patuxent	215	0.34	0.17	0.50	215	0.08	0.07	0.08
28	1.25	zigzag	215	0.32	0.09	0.55	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	lower_bay	203	0.30	0.22	0.39	215	0.08	0.07	0.10

Table 3: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	193	0.25	0.18	0.31	215	0.19	0.15	0.23
4	0.75	zigzag	205	0.25	0.20	0.29	215	0.10	0.08	0.11
4	0.75	lower_bay	141	0.27	0.25	0.30	215	0.23	0.15	0.30
4	1.00	patuxent	181	0.23	0.20	0.26	215	0.27	0.04	0.51
4	1.00	zigzag	204	0.33	0.25	0.41	215	0.12	0.11	0.14
4	1.00	lower_bay	168	0.25	0.23	0.28	215	0.19	0.14	0.23
4	1.25	patuxent	179	0.21	0.18	0.24	215	0.22	0.16	0.27
4	1.25	zigzag	208	0.30	0.24	0.36	215	0.12	0.10	0.14
4	1.25	lower_bay	147	0.26	0.23	0.28	215	0.24	0.19	0.29
8	0.75	patuxent	213	0.48	0.36	0.60	215	0.14	0.12	0.17
8	0.75	zigzag	214	0.57	0.35	0.78	215	0.09	0.08	0.10
8	0.75	lower_bay	170	0.24	0.20	0.29	215	0.12	0.10	0.14
8	1.00	patuxent	212	0.51	0.37	0.65	215	0.15	0.13	0.18
8	1.00	zigzag	214	0.35	0.18	0.52	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	lower_bay	196	0.22	0.18	0.25	215	0.12	0.10	0.14
8	1.25	patuxent	215	0.58	0.42	0.75	215	0.16	0.13	0.18
8	1.25	zigzag	215	0.46	0.28	0.64	215	0.09	0.08	0.10
8	1.25	lower_bay	196	0.24	0.19	0.29	215	0.18	0.14	0.22
12	0.75	patuxent	215	0.50	0.32	0.68	215	0.12	0.11	0.13
12	0.75	zigzag	215	0.29	0.22	0.36	215	0.08	0.08	0.09
12	0.75	lower_bay	212	0.34	0.24	0.43	215	0.13	0.11	0.15
12	1.00	patuxent	215	0.38	0.24	0.51	215	0.14	0.12	0.15
12	1.00	zigzag	215	0.31	0.23	0.39	215	0.10	0.09	0.11
12	1.00	lower_bay	206	0.31	0.25	0.37	215	0.14	0.12	0.16
12	1.25	patuxent	208	0.47	0.27	0.67	215	0.11	0.10	0.12
12	1.25	zigzag	215	0.19	0.15	0.22	215	0.09	0.08	0.09
12	1.25	lower_bay	212	0.29	0.23	0.34	215	0.11	0.09	0.14
28	0.75	patuxent	215	0.18	0.13	0.24	215	0.09	0.08	0.09
28	0.75	zigzag	215	0.12	0.10	0.13	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	215	0.34	0.24	0.45	215	0.07	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.17	0.14	0.20	215	0.08	0.07	0.08
28	1.00	zigzag	215	0.10	0.09	0.12	215	0.05	0.05	0.05
28	1.00	lower_bay	215	0.30	0.13	0.46	215	0.06	0.05	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.18	0.13	0.24	215	0.07	0.06	0.07
28	1.25	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.04	0.05
28	1.25	lower_bay	215	0.38	0.18	0.59	215	0.06	0.05	0.06

Table 4: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	54	0.63	0.58	0.68	192	0.24	0.20	0.27
4	0.75	zigzag	57	0.56	0.51	0.60	209	0.40	0.28	0.52
4	0.75	lower_bay	39	0.73	0.71	0.75	134	0.28	0.26	0.31
4	1.00	patuxent	56	0.60	0.56	0.65	188	0.25	0.21	0.29
4	1.00	zigzag	45	0.53	0.48	0.58	211	0.56	0.39	0.74
4	1.00	lower_bay	36	0.72	0.70	0.75	144	0.28	0.25	0.31
4	1.25	patuxent	50	0.61	0.58	0.65	188	0.28	0.23	0.32
4	1.25	zigzag	64	0.56	0.52	0.60	208	0.51	0.37	0.64
4	1.25	lower_bay	27	0.68	0.65	0.72	151	0.29	0.26	0.32
8	0.75	patuxent	88	0.50	0.47	0.54	215	0.40	0.31	0.50
8	0.75	zigzag	105	0.36	0.32	0.39	215	0.31	0.25	0.37
8	0.75	lower_bay	58	0.57	0.53	0.61	195	0.28	0.24	0.31
8	1.00	patuxent	105	0.43	0.40	0.46	214	0.37	0.29	0.45
8	1.00	zigzag	100	0.33	0.30	0.36	215	0.46	0.18	0.73
8	1.00	lower_bay	51	0.61	0.57	0.65	188	0.23	0.21	0.25
8	1.25	patuxent	85	0.44	0.41	0.47	209	0.38	0.28	0.48
8	1.25	zigzag	100	0.37	0.34	0.40	215	0.42	0.19	0.65
8	1.25	lower_bay	53	0.60	0.56	0.63	187	0.26	0.23	0.30
12	0.75	patuxent	109	0.32	0.29	0.35	215	0.44	0.24	0.65
12	0.75	zigzag	143	0.26	0.24	0.29	215	0.26	0.20	0.32
12	0.75	lower_bay	75	0.59	0.55	0.63	202	0.27	0.22	0.32
12	1.00	patuxent	112	0.36	0.33	0.39	215	0.30	0.23	0.37
12	1.00	zigzag	148	0.26	0.24	0.29	215	0.26	0.20	0.32
12	1.00	lower_bay	58	0.54	0.50	0.58	202	0.41	0.31	0.52
12	1.25	patuxent	125	0.36	0.32	0.39	215	0.42	0.31	0.54
12	1.25	zigzag	134	0.22	0.20	0.24	215	0.27	0.22	0.33
12	1.25	lower_bay	72	0.62	0.59	0.65	206	0.30	0.23	0.36
28	0.75	patuxent	165	0.20	0.18	0.22	215	0.12	0.11	0.14
28	0.75	zigzag	195	0.22	0.19	0.26	215	0.13	0.11	0.14
28	0.75	lower_bay	136	0.31	0.28	0.33	215	0.31	0.22	0.40
28	1.00	patuxent	193	0.17	0.15	0.18	215	0.14	0.12	0.16
28	1.00	zigzag	195	0.18	0.16	0.20	215	0.11	0.09	0.13
28	1.00	lower_bay	132	0.34	0.31	0.37	215	0.20	0.15	0.25
28	1.25	patuxent	185	0.17	0.15	0.19	215	0.10	0.08	0.12
28	1.25	zigzag	195	0.17	0.15	0.20	215	0.09	0.08	0.11
28	1.25	lower_bay	118	0.31	0.28	0.34	215	0.42	0.24	0.59

Table 5: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	155	0.23	0.20	0.25	215	0.17	0.12	0.22
4	0.75	zigzag	183	0.18	0.16	0.20	215	0.11	0.09	0.13
4	0.75	lower_bay	106	0.43	0.39	0.46	214	0.33	0.23	0.43
4	1.00	patuxent	160	0.20	0.18	0.22	215	0.15	0.12	0.19
4	1.00	zigzag	193	0.19	0.17	0.21	215	0.15	0.10	0.21
4	1.00	lower_bay	99	0.40	0.37	0.43	212	0.24	0.19	0.29
4	1.25	patuxent	160	0.23	0.20	0.26	215	0.15	0.12	0.18
4	1.25	zigzag	178	0.17	0.15	0.19	215	0.13	0.11	0.15
4	1.25	lower_bay	87	0.42	0.38	0.46	211	0.22	0.17	0.26
8	0.75	patuxent	194	0.22	0.18	0.25	215	0.13	0.11	0.15
8	0.75	zigzag	213	0.26	0.20	0.31	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	153	0.25	0.22	0.27	215	0.23	0.16	0.30
8	1.00	patuxent	192	0.21	0.18	0.23	215	0.10	0.09	0.11
8	1.00	zigzag	214	0.26	0.21	0.31	215	0.10	0.07	0.12
8	1.00	lower_bay	149	0.24	0.21	0.26	215	0.23	0.17	0.30
8	1.25	patuxent	197	0.20	0.17	0.22	215	0.10	0.09	0.12
8	1.25	zigzag	213	0.25	0.20	0.31	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	lower_bay	140	0.26	0.24	0.29	215	0.16	0.13	0.20
12	0.75	patuxent	204	0.31	0.23	0.38	215	0.09	0.08	0.10
12	0.75	zigzag	215	0.25	0.17	0.33	215	0.08	0.07	0.08
12	0.75	lower_bay	172	0.15	0.13	0.16	215	0.16	0.12	0.20
12	1.00	patuxent	208	0.23	0.16	0.30	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	zigzag	213	0.31	0.22	0.39	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	lower_bay	184	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.10	0.16
12	1.25	patuxent	208	0.27	0.21	0.33	215	0.11	0.08	0.14
12	1.25	zigzag	215	0.39	0.26	0.52	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	lower_bay	169	0.17	0.15	0.19	215	0.14	0.10	0.18
28	0.75	patuxent	215	0.34	0.09	0.58	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.14	0.10	0.18	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	211	0.24	0.18	0.29	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	patuxent	215	0.17	0.10	0.24	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.13	0.09	0.16	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	211	0.51	0.37	0.66	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.17	0.11	0.23	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.12	0.09	0.16	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	214	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.04	0.06

Table 6: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	200	0.18	0.16	0.21	215	0.12	0.10	0.15
4	0.75	zigzag	206	0.24	0.19	0.29	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	lower_bay	148	0.27	0.24	0.30	215	0.21	0.14	0.28
4	1.00	patuxent	181	0.18	0.15	0.20	215	0.13	0.10	0.16
4	1.00	zigzag	202	0.28	0.20	0.36	215	0.09	0.08	0.10
4	1.00	lower_bay	143	0.29	0.26	0.32	215	0.31	0.17	0.46
4	1.25	patuxent	197	0.20	0.16	0.23	215	0.12	0.09	0.16
4	1.25	zigzag	196	0.28	0.21	0.35	215	0.08	0.07	0.09
4	1.25	lower_bay	157	0.27	0.24	0.29	215	0.21	0.13	0.28
8	0.75	patuxent	208	0.24	0.18	0.29	215	0.09	0.07	0.10
8	0.75	zigzag	215	0.36	0.25	0.48	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	lower_bay	188	0.18	0.16	0.20	215	0.11	0.09	0.13
8	1.00	patuxent	212	0.29	0.20	0.37	215	0.08	0.07	0.09
8	1.00	zigzag	214	0.25	0.19	0.31	215	0.06	0.05	0.07
8	1.00	lower_bay	192	0.22	0.19	0.25	215	0.12	0.09	0.16
8	1.25	patuxent	214	0.21	0.16	0.26	215	0.07	0.06	0.07
8	1.25	zigzag	214	0.31	0.21	0.41	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	lower_bay	195	0.19	0.16	0.22	215	0.10	0.09	0.11
12	0.75	patuxent	215	0.29	0.17	0.40	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.21	0.14	0.28	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	lower_bay	203	0.28	0.20	0.35	215	0.10	0.09	0.12
12	1.00	patuxent	215	0.38	0.20	0.55	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	zigzag	215	0.29	0.21	0.37	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	209	0.24	0.19	0.29	215	0.10	0.08	0.11
12	1.25	patuxent	215	0.21	0.15	0.26	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.20	0.15	0.25	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	lower_bay	205	0.34	0.26	0.41	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.10	0.09	0.12	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.24	0.15	0.33	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	215	0.12	0.07	0.17	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.14	0.09	0.18	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.09	0.06	0.12	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.25	0.17	0.32	215	0.03	0.02	0.03



Table 7: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	122	0.23	0.21	0.25	215	0.33	0.22	0.44
4	0.75	zigzag	187	0.20	0.18	0.22	215	0.14	0.10	0.18
4	0.75	lower_bay	98	0.30	0.27	0.32	209	0.23	0.15	0.32
4	1.00	patuxent	148	0.24	0.21	0.26	215	0.23	0.18	0.29
4	1.00	zigzag	180	0.21	0.19	0.24	215	0.16	0.12	0.21
4	1.00	lower_bay	69	0.25	0.21	0.28	208	0.26	0.21	0.31
4	1.25	patuxent	133	0.19	0.17	0.21	215	0.20	0.13	0.26
4	1.25	zigzag	173	0.19	0.17	0.21	215	0.12	0.11	0.14
4	1.25	lower_bay	67	0.30	0.28	0.33	212	0.32	0.24	0.41
8	0.75	patuxent	191	0.24	0.19	0.29	215	0.15	0.11	0.18
8	0.75	zigzag	208	0.22	0.18	0.25	215	0.09	0.08	0.10
8	0.75	lower_bay	153	0.22	0.19	0.24	215	0.23	0.17	0.29
8	1.00	patuxent	188	0.20	0.18	0.23	215	0.16	0.12	0.20
8	1.00	zigzag	206	0.19	0.15	0.23	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	lower_bay	124	0.22	0.20	0.24	215	0.20	0.14	0.26
8	1.25	patuxent	183	0.18	0.16	0.21	215	0.15	0.12	0.18
8	1.25	zigzag	205	0.21	0.17	0.24	215	0.11	0.10	0.12
8	1.25	lower_bay	134	0.22	0.21	0.24	215	0.17	0.10	0.23
12	0.75	patuxent	205	0.34	0.23	0.46	215	0.12	0.11	0.14
12	0.75	zigzag	215	0.29	0.15	0.42	215	0.09	0.08	0.09
12	0.75	lower_bay	148	0.21	0.18	0.25	215	0.16	0.12	0.19
12	1.00	patuxent	194	0.24	0.18	0.30	215	0.15	0.12	0.17
12	1.00	zigzag	213	0.19	0.14	0.24	215	0.09	0.08	0.09
12	1.00	lower_bay	184	0.21	0.17	0.24	215	0.22	0.13	0.30
12	1.25	patuxent	194	0.33	0.27	0.40	215	0.10	0.09	0.12
12	1.25	zigzag	214	0.27	0.17	0.37	215	0.09	0.08	0.09
12	1.25	lower_bay	168	0.23	0.20	0.25	215	0.14	0.11	0.16
28	0.75	patuxent	215	0.25	0.14	0.37	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	zigzag	215	0.12	0.10	0.15	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	209	0.21	0.15	0.26	215	0.07	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.22	0.14	0.30	215	0.06	0.05	0.06
28	1.00	zigzag	215	0.11	0.09	0.13	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	211	0.17	0.13	0.21	215	0.07	0.06	0.07
28	1.25	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.05	0.05	0.05
28	1.25	zigzag	215	0.11	0.08	0.13	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	204	0.20	0.16	0.24	215	0.05	0.04	0.05

Table 8: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	212	0.25	0.19	0.31	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	zigzag	215	0.23	0.14	0.32	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	lower_bay	190	0.22	0.18	0.27	215	0.14	0.08	0.20
4	1.00	patuxent	209	0.22	0.16	0.28	215	0.07	0.07	0.08
4	1.00	zigzag	215	0.21	0.11	0.30	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	lower_bay	198	0.24	0.17	0.30	215	0.12	0.08	0.17
4	1.25	patuxent	206	0.30	0.20	0.40	215	0.09	0.08	0.10
4	1.25	zigzag	215	0.30	0.19	0.41	215	0.06	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	184	0.20	0.16	0.25	215	0.24	0.02	0.47
8	0.75	patuxent	215	0.26	0.19	0.33	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	zigzag	215	0.11	0.09	0.14	215	0.05	0.05	0.06
8	0.75	lower_bay	214	0.23	0.16	0.30	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	patuxent	215	0.20	0.14	0.27	215	0.08	0.07	0.08
8	1.00	zigzag	215	0.13	0.09	0.17	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	213	0.23	0.16	0.31	215	0.07	0.07	0.08
8	1.25	patuxent	215	0.17	0.13	0.22	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	lower_bay	213	0.25	0.12	0.38	215	0.07	0.07	0.08
12	0.75	patuxent	215	0.11	0.09	0.13	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	lower_bay	215	0.18	0.13	0.23	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	patuxent	215	0.12	0.10	0.14	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	215	0.20	0.16	0.24	215	0.07	0.07	0.08
12	1.25	patuxent	215	0.13	0.11	0.15	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.08	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.15	0.12	0.19	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.04	0.05	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.08	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.08	0.07	0.09	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.05	0.08	215	0.03	0.03	0.03

Table 9: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.24	0.11	0.36	215	0.08	0.07	0.09
4	0.75	zigzag	215	0.12	0.07	0.17	215	0.06	0.06	0.07
4	0.75	lower_bay	209	0.33	0.24	0.42	215	0.08	0.07	0.09
4	1.00	patuxent	215	0.25	0.15	0.35	215	0.08	0.07	0.09
4	1.00	zigzag	215	0.11	0.07	0.16	215	0.06	0.05	0.07
4	1.00	lower_bay	208	0.17	0.12	0.21	215	0.10	0.08	0.12
4	1.25	patuxent	215	0.25	0.15	0.34	215	0.08	0.07	0.09
4	1.25	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.06	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	207	0.20	0.15	0.24	215	0.09	0.07	0.10
8	0.75	patuxent	215	0.17	0.11	0.23	215	0.06	0.06	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.05	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.14	0.11	0.16	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	patuxent	215	0.11	0.10	0.13	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	215	0.20	0.10	0.31	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	patuxent	215	0.12	0.10	0.14	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	lower_bay	215	0.19	0.08	0.30	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.07	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	lower_bay	215	0.12	0.09	0.15	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.07	0.07	0.08
12	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	215	0.10	0.08	0.11	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.06	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.09	0.08	0.10	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.04	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.04	0.04	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03

Table 10: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	150	0.22	0.20	0.25	215	0.16	0.11	0.22
4	0.75	zigzag	185	0.19	0.17	0.22	215	0.08	0.07	0.10
4	0.75	lower_bay	86	0.22	0.19	0.24	210	0.23	0.17	0.29
4	1.00	patuxent	124	0.22	0.17	0.27	214	0.13	0.11	0.15
4	1.00	zigzag	166	0.21	0.17	0.24	215	0.09	0.08	0.11
4	1.00	lower_bay	95	0.27	0.24	0.30	211	0.23	0.18	0.27
4	1.25	patuxent	137	0.19	0.17	0.21	215	0.20	0.14	0.27
4	1.25	zigzag	173	0.19	0.17	0.21	215	0.10	0.08	0.11
4	1.25	lower_bay	97	0.28	0.26	0.30	211	0.21	0.16	0.26
8	0.75	patuxent	188	0.19	0.17	0.22	215	0.09	0.07	0.10
8	0.75	zigzag	211	0.20	0.13	0.26	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	145	0.20	0.18	0.23	215	0.15	0.11	0.18
8	1.00	patuxent	180	0.19	0.16	0.21	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	zigzag	213	0.16	0.14	0.19	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	lower_bay	149	0.23	0.20	0.25	215	0.19	0.12	0.26
8	1.25	patuxent	189	0.25	0.19	0.30	215	0.10	0.09	0.12
8	1.25	zigzag	206	0.21	0.14	0.28	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	lower_bay	161	0.17	0.15	0.18	215	0.10	0.09	0.12
12	0.75	patuxent	215	0.23	0.17	0.28	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	zigzag	215	0.24	0.17	0.30	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	lower_bay	179	0.16	0.15	0.18	215	0.11	0.09	0.12
12	1.00	patuxent	204	0.23	0.18	0.28	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	zigzag	215	0.29	0.21	0.37	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	lower_bay	175	0.15	0.14	0.16	215	0.47	0.18	0.76
12	1.25	patuxent	208	0.18	0.14	0.23	215	0.08	0.07	0.08
12	1.25	zigzag	215	0.19	0.13	0.25	215	0.07	0.06	0.08
12	1.25	lower_bay	187	0.17	0.16	0.19	215	0.09	0.07	0.10
28	0.75	patuxent	215	0.12	0.10	0.14	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.12	0.09	0.15	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	211	0.22	0.15	0.28	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	211	0.18	0.13	0.23	215	0.04	0.04	0.05
28	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	211	0.17	0.14	0.21	215	0.03	0.03	0.04

Table 11: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	212	0.18	0.11	0.26	215	0.06	0.05	0.07
4	0.75	zigzag	214	0.29	0.18	0.39	215	0.06	0.05	0.07
4	0.75	lower_bay	188	0.15	0.12	0.18	215	0.07	0.06	0.09
4	1.00	patuxent	210	0.13	0.10	0.16	215	0.06	0.06	0.07
4	1.00	zigzag	214	0.26	0.18	0.34	215	0.05	0.05	0.06
4	1.00	lower_bay	180	0.16	0.13	0.18	215	0.08	0.06	0.09
4	1.25	patuxent	215	0.14	0.11	0.18	215	0.05	0.05	0.06
4	1.25	zigzag	215	0.20	0.13	0.28	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	201	0.21	0.15	0.27	215	0.08	0.06	0.10
8	0.75	patuxent	215	0.17	0.09	0.24	215	0.05	0.04	0.05
8	0.75	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.05	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.20	0.13	0.27	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	patuxent	215	0.20	0.14	0.26	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	zigzag	215	0.09	0.08	0.10	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	214	0.15	0.11	0.19	215	0.05	0.05	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	211	0.32	0.21	0.44	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	215	0.18	0.12	0.23	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	lower_bay	215	0.14	0.10	0.18	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.17	0.11	0.23	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.04	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.01	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.07	0.05	0.09	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01

Table 12: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.12	0.07	0.16	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.05	0.04	0.05
4	0.75	lower_bay	215	0.16	0.13	0.20	215	0.05	0.05	0.06
4	1.00	patuxent	215	0.12	0.09	0.16	215	0.04	0.03	0.04
4	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.10	215	0.04	0.04	0.05
4	1.00	lower_bay	212	0.14	0.11	0.16	215	0.05	0.05	0.06
4	1.25	patuxent	215	0.12	0.10	0.14	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.04	0.04	0.04
4	1.25	lower_bay	212	0.20	0.16	0.24	215	0.06	0.05	0.06
8	0.75	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.12	0.10	0.15	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	215	0.13	0.07	0.19	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	patuxent	215	0.06	0.06	0.07	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.05	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.01	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01

Table 13: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	21	0.73	0.69	0.77	142	0.22	0.20	0.25
4	0.75	zigzag	42	0.71	0.68	0.75	166	0.21	0.18	0.23
4	0.75	lower_bay	14	0.76	0.73	0.79	112	0.35	0.31	0.39
4	1.00	patuxent	12	0.71	0.63	0.80	128	0.23	0.20	0.25
4	1.00	zigzag	32	0.71	0.67	0.74	160	0.20	0.18	0.22
4	1.00	lower_bay	20	0.76	0.73	0.79	105	0.37	0.34	0.40
4	1.25	patuxent	32	0.73	0.69	0.77	113	0.24	0.22	0.27
4	1.25	zigzag	28	0.73	0.70	0.76	145	0.21	0.19	0.23
4	1.25	lower_bay	27	0.76	0.73	0.79	139	0.34	0.32	0.37
8	0.75	patuxent	55	0.59	0.55	0.63	185	0.30	0.25	0.35
8	0.75	zigzag	70	0.57	0.54	0.61	208	0.34	0.29	0.40
8	0.75	lower_bay	27	0.68	0.64	0.73	166	0.20	0.19	0.22
8	1.00	patuxent	38	0.61	0.57	0.66	197	0.25	0.21	0.29
8	1.00	zigzag	58	0.63	0.60	0.66	202	0.32	0.27	0.38
8	1.00	lower_bay	30	0.62	0.57	0.68	163	0.23	0.20	0.25
8	1.25	patuxent	47	0.56	0.52	0.60	191	0.24	0.20	0.27
8	1.25	zigzag	64	0.61	0.57	0.65	208	0.29	0.24	0.33
8	1.25	lower_bay	43	0.71	0.67	0.74	180	0.18	0.16	0.20
12	0.75	patuxent	64	0.52	0.48	0.56	203	0.47	0.37	0.56
12	0.75	zigzag	84	0.51	0.49	0.54	215	0.37	0.26	0.47
12	0.75	lower_bay	49	0.61	0.57	0.64	194	0.27	0.23	0.31
12	1.00	patuxent	72	0.52	0.49	0.56	210	0.63	0.49	0.77
12	1.00	zigzag	88	0.50	0.47	0.52	215	0.36	0.28	0.43
12	1.00	lower_bay	66	0.56	0.53	0.58	206	0.23	0.21	0.25
12	1.25	patuxent	80	0.55	0.52	0.57	206	0.70	0.55	0.84
12	1.25	zigzag	87	0.48	0.45	0.51	214	0.50	0.34	0.66
12	1.25	lower_bay	63	0.64	0.61	0.67	186	0.26	0.22	0.30
28	0.75	patuxent	133	0.25	0.23	0.28	215	0.47	0.29	0.65
28	0.75	zigzag	119	0.30	0.27	0.33	215	0.28	0.22	0.33
28	0.75	lower_bay	95	0.33	0.30	0.36	211	0.46	0.31	0.61
28	1.00	patuxent	130	0.23	0.21	0.26	209	0.40	0.30	0.50
28	1.00	zigzag	119	0.29	0.26	0.32	215	0.24	0.19	0.29
28	1.00	lower_bay	100	0.35	0.32	0.38	214	0.35	0.26	0.45
28	1.25	patuxent	116	0.23	0.20	0.26	215	0.32	0.22	0.43
28	1.25	zigzag	119	0.28	0.25	0.31	215	0.23	0.17	0.28
28	1.25	lower_bay	107	0.34	0.31	0.38	213	0.38	0.24	0.52

Table 14: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	94	0.33	0.30	0.37	215	0.43	0.31	0.54
4	0.75	zigzag	98	0.32	0.29	0.35	215	0.60	0.33	0.87
4	0.75	lower_bay	81	0.46	0.42	0.50	207	0.35	0.28	0.42
4	1.00	patuxent	84	0.37	0.33	0.41	210	0.48	0.31	0.65
4	1.00	zigzag	87	0.32	0.28	0.37	215	0.50	0.32	0.67
4	1.00	lower_bay	57	0.46	0.42	0.50	206	0.34	0.25	0.43
4	1.25	patuxent	79	0.37	0.33	0.41	211	0.42	0.29	0.54
4	1.25	zigzag	92	0.40	0.36	0.44	215	0.44	0.25	0.64
4	1.25	lower_bay	65	0.51	0.47	0.55	209	0.32	0.23	0.40
8	0.75	patuxent	119	0.18	0.15	0.20	215	0.35	0.25	0.45
8	0.75	zigzag	143	0.15	0.13	0.17	215	0.24	0.16	0.31
8	0.75	lower_bay	111	0.26	0.23	0.29	215	0.19	0.14	0.24
8	1.00	patuxent	140	0.16	0.14	0.18	215	0.51	0.32	0.70
8	1.00	zigzag	147	0.16	0.14	0.18	215	0.30	0.23	0.38
8	1.00	lower_bay	141	0.27	0.24	0.30	215	0.44	0.27	0.62
8	1.25	patuxent	130	0.18	0.16	0.21	215	0.30	0.21	0.39
8	1.25	zigzag	163	0.17	0.15	0.20	215	0.26	0.20	0.32
8	1.25	lower_bay	127	0.29	0.26	0.32	215	0.47	0.22	0.72
12	0.75	patuxent	177	0.14	0.12	0.16	215	0.22	0.15	0.29
12	0.75	zigzag	182	0.15	0.13	0.17	215	0.20	0.15	0.25
12	0.75	lower_bay	158	0.17	0.15	0.19	215	0.32	0.15	0.48
12	1.00	patuxent	185	0.14	0.12	0.16	215	0.30	0.22	0.38
12	1.00	zigzag	182	0.15	0.13	0.17	215	0.16	0.13	0.19
12	1.00	lower_bay	158	0.19	0.17	0.21	215	0.46	0.08	0.84
12	1.25	patuxent	163	0.15	0.13	0.17	215	0.41	0.25	0.56
12	1.25	zigzag	173	0.14	0.12	0.16	215	0.14	0.11	0.16
12	1.25	lower_bay	166	0.18	0.16	0.20	215	0.20	0.08	0.32
28	0.75	patuxent	212	0.30	0.22	0.39	215	0.18	0.15	0.21
28	0.75	zigzag	214	0.35	0.25	0.44	215	0.10	0.09	0.11
28	0.75	lower_bay	195	0.24	0.19	0.29	215	0.08	0.06	0.10
28	1.00	patuxent	207	0.50	0.34	0.66	215	0.11	0.09	0.13
28	1.00	zigzag	214	0.34	0.24	0.44	215	0.09	0.08	0.10
28	1.00	lower_bay	207	0.25	0.19	0.30	215	0.08	0.06	0.10
28	1.25	patuxent	209	0.68	0.48	0.89	215	0.11	0.09	0.14
28	1.25	zigzag	214	0.32	0.23	0.41	215	0.09	0.08	0.10
28	1.25	lower_bay	203	0.24	0.19	0.30	215	0.08	0.07	0.10



Table 15: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	144	0.17	0.15	0.19	215	0.89	0.47	1.31
4	0.75	zigzag	147	0.21	0.18	0.23	215	0.21	0.17	0.26
4	0.75	lower_bay	119	0.31	0.28	0.34	215	0.29	0.16	0.41
4	1.00	patuxent	121	0.20	0.18	0.23	215	0.65	0.25	1.04
4	1.00	zigzag	125	0.23	0.21	0.26	215	0.32	0.11	0.52
4	1.00	lower_bay	122	0.31	0.28	0.34	215	0.38	0.24	0.52
4	1.25	patuxent	140	0.19	0.16	0.21	215	0.47	0.34	0.60
4	1.25	zigzag	144	0.21	0.18	0.24	215	0.24	0.16	0.33
4	1.25	lower_bay	107	0.30	0.27	0.33	214	0.23	0.14	0.33
8	0.75	patuxent	185	0.19	0.16	0.22	215	0.18	0.14	0.22
8	0.75	zigzag	190	0.19	0.15	0.22	215	0.12	0.10	0.15
8	0.75	lower_bay	162	0.17	0.15	0.19	215	0.24	0.16	0.31
8	1.00	patuxent	177	0.15	0.11	0.18	215	0.19	0.16	0.23
8	1.00	zigzag	190	0.18	0.15	0.21	215	0.16	0.12	0.19
8	1.00	lower_bay	171	0.17	0.15	0.19	215	0.20	0.08	0.31
8	1.25	patuxent	188	0.18	0.15	0.21	215	0.27	0.22	0.32
8	1.25	zigzag	186	0.20	0.16	0.24	215	0.13	0.10	0.16
8	1.25	lower_bay	157	0.16	0.13	0.18	215	0.15	0.11	0.19
12	0.75	patuxent	196	0.35	0.26	0.44	215	0.16	0.12	0.19
12	0.75	zigzag	202	0.28	0.18	0.39	215	0.13	0.10	0.15
12	0.75	lower_bay	189	0.15	0.13	0.17	215	0.12	0.10	0.15
12	1.00	patuxent	207	0.40	0.30	0.49	215	0.15	0.12	0.18
12	1.00	zigzag	201	0.25	0.18	0.32	215	0.12	0.10	0.14
12	1.00	lower_bay	195	0.19	0.15	0.22	215	0.12	0.06	0.19
12	1.25	patuxent	199	0.34	0.26	0.42	215	0.19	0.15	0.22
12	1.25	zigzag	205	0.32	0.25	0.40	215	0.10	0.08	0.12
12	1.25	lower_bay	183	0.18	0.16	0.21	215	0.10	0.09	0.12
28	0.75	patuxent	215	0.45	0.28	0.62	215	0.11	0.09	0.12
28	0.75	zigzag	215	0.40	0.27	0.54	215	0.07	0.06	0.08
28	0.75	lower_bay	215	0.32	0.22	0.43	215	0.06	0.05	0.08
28	1.00	patuxent	215	0.52	0.34	0.69	215	0.11	0.10	0.13
28	1.00	zigzag	215	0.40	0.27	0.54	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	lower_bay	215	0.22	0.14	0.29	215	0.04	0.04	0.05
28	1.25	patuxent	215	0.62	0.44	0.80	215	0.12	0.10	0.13
28	1.25	zigzag	215	0.41	0.27	0.55	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	lower_bay	215	0.23	0.13	0.33	215	0.05	0.04	0.07

Table 16: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	22	0.70	0.66	0.75	164	0.28	0.24	0.31
4	0.75	zigzag	27	0.69	0.65	0.73	159	0.21	0.19	0.23
4	0.75	lower_bay	22	0.76	0.74	0.78	104	0.39	0.35	0.43
4	1.00	patuxent	29	0.65	0.60	0.70	145	0.24	0.21	0.26
4	1.00	zigzag	50	0.70	0.67	0.73	167	0.21	0.19	0.24
4	1.00	lower_bay	14	0.77	0.73	0.81	119	0.34	0.31	0.37
4	1.25	patuxent	38	0.74	0.72	0.76	150	0.25	0.22	0.27
4	1.25	zigzag	33	0.75	0.73	0.77	177	0.20	0.18	0.22
4	1.25	lower_bay	21	0.76	0.73	0.79	120	0.35	0.32	0.38
8	0.75	patuxent	59	0.54	0.50	0.58	198	0.23	0.20	0.26
8	0.75	zigzag	57	0.61	0.58	0.64	209	0.28	0.22	0.34
8	0.75	lower_bay	33	0.66	0.63	0.69	177	0.22	0.20	0.24
8	1.00	patuxent	42	0.61	0.57	0.64	198	0.20	0.18	0.22
8	1.00	zigzag	62	0.61	0.57	0.64	213	0.38	0.31	0.45
8	1.00	lower_bay	23	0.64	0.59	0.68	160	0.22	0.20	0.24
8	1.25	patuxent	59	0.65	0.62	0.68	195	0.24	0.21	0.27
8	1.25	zigzag	60	0.59	0.56	0.62	206	0.30	0.24	0.36
8	1.25	lower_bay	36	0.65	0.61	0.68	177	0.23	0.21	0.24
12	0.75	patuxent	91	0.52	0.48	0.55	209	0.31	0.23	0.39
12	0.75	zigzag	82	0.51	0.47	0.54	215	0.34	0.26	0.43
12	0.75	lower_bay	51	0.62	0.59	0.65	202	0.27	0.22	0.31
12	1.00	patuxent	78	0.53	0.49	0.57	211	0.31	0.23	0.38
12	1.00	zigzag	89	0.49	0.46	0.52	214	0.27	0.22	0.33
12	1.00	lower_bay	55	0.62	0.58	0.65	197	0.27	0.24	0.31
12	1.25	patuxent	86	0.49	0.45	0.52	203	0.32	0.23	0.41
12	1.25	zigzag	79	0.47	0.43	0.50	215	0.32	0.24	0.40
12	1.25	lower_bay	60	0.58	0.54	0.62	192	0.26	0.22	0.30
28	0.75	patuxent	140	0.26	0.23	0.28	215	0.30	0.17	0.42
28	0.75	zigzag	135	0.27	0.25	0.29	215	0.18	0.14	0.22
28	0.75	lower_bay	112	0.40	0.37	0.44	215	0.31	0.20	0.43
28	1.00	patuxent	147	0.26	0.23	0.28	215	0.30	0.10	0.51
28	1.00	zigzag	135	0.27	0.25	0.29	215	0.16	0.12	0.21
28	1.00	lower_bay	101	0.35	0.32	0.39	214	0.23	0.16	0.30
28	1.25	patuxent	152	0.26	0.23	0.28	215	0.14	0.09	0.18
28	1.25	zigzag	135	0.27	0.24	0.29	215	0.16	0.11	0.21
28	1.25	lower_bay	109	0.36	0.33	0.39	214	0.23	0.15	0.32

Table 17: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	90	0.38	0.35	0.42	214	0.33	0.22	0.45
4	0.75	zigzag	106	0.41	0.37	0.45	215	0.33	0.19	0.46
4	0.75	lower_bay	80	0.49	0.45	0.52	203	0.26	0.20	0.32
4	1.00	patuxent	97	0.36	0.32	0.40	215	0.24	0.16	0.31
4	1.00	zigzag	97	0.38	0.34	0.41	215	0.34	0.19	0.50
4	1.00	lower_bay	106	0.48	0.45	0.51	204	0.23	0.15	0.32
4	1.25	patuxent	129	0.34	0.31	0.37	210	0.27	0.18	0.35
4	1.25	zigzag	111	0.37	0.33	0.40	215	0.20	0.12	0.29
4	1.25	lower_bay	91	0.51	0.48	0.54	213	0.22	0.17	0.27
8	0.75	patuxent	177	0.20	0.17	0.22	215	0.12	0.10	0.14
8	0.75	zigzag	154	0.19	0.16	0.21	215	0.12	0.09	0.15
8	0.75	lower_bay	144	0.30	0.27	0.32	215	0.13	0.09	0.17
8	1.00	patuxent	163	0.18	0.16	0.20	215	0.20	0.13	0.26
8	1.00	zigzag	157	0.21	0.19	0.24	215	0.13	0.10	0.15
8	1.00	lower_bay	105	0.27	0.24	0.30	215	0.28	0.20	0.37
8	1.25	patuxent	161	0.20	0.18	0.22	215	0.13	0.09	0.17
8	1.25	zigzag	161	0.17	0.15	0.19	215	0.08	0.06	0.11
8	1.25	lower_bay	113	0.32	0.29	0.35	215	0.23	0.16	0.30
12	0.75	patuxent	190	0.16	0.14	0.18	215	0.13	0.10	0.17
12	0.75	zigzag	189	0.15	0.13	0.17	215	0.08	0.06	0.11
12	0.75	lower_bay	159	0.17	0.15	0.19	215	0.20	0.13	0.27
12	1.00	patuxent	182	0.15	0.13	0.17	215	0.06	0.05	0.07
12	1.00	zigzag	178	0.15	0.13	0.17	215	0.08	0.06	0.10
12	1.00	lower_bay	173	0.18	0.16	0.20	215	0.09	0.08	0.11
12	1.25	patuxent	188	0.17	0.15	0.19	215	0.14	0.08	0.19
12	1.25	zigzag	182	0.15	0.13	0.17	215	0.08	0.06	0.10
12	1.25	lower_bay	170	0.18	0.16	0.20	215	0.18	0.12	0.23
28	0.75	patuxent	213	0.37	0.24	0.51	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	214	0.23	0.16	0.30	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	202	0.25	0.19	0.30	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.25	0.16	0.33	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	214	0.23	0.16	0.29	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	208	0.23	0.17	0.29	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	211	0.40	0.26	0.54	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	214	0.23	0.16	0.29	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	202	0.22	0.17	0.27	215	0.04	0.03	0.05

Table 18: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	160	0.22	0.20	0.24	215	0.15	0.09	0.21
4	0.75	zigzag	163	0.22	0.20	0.25	215	0.10	0.08	0.11
4	0.75	lower_bay	124	0.31	0.28	0.34	214	0.21	0.14	0.29
4	1.00	patuxent	157	0.21	0.18	0.23	215	0.10	0.08	0.12
4	1.00	zigzag	168	0.21	0.19	0.23	215	0.17	0.06	0.28
4	1.00	lower_bay	123	0.34	0.31	0.37	215	0.46	0.24	0.67
4	1.25	patuxent	152	0.21	0.19	0.23	215	0.17	0.11	0.24
4	1.25	zigzag	156	0.22	0.20	0.25	215	0.13	0.07	0.19
4	1.25	lower_bay	108	0.33	0.30	0.36	215	0.28	0.18	0.38
8	0.75	patuxent	203	0.17	0.14	0.20	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	zigzag	208	0.20	0.17	0.24	215	0.06	0.05	0.08
8	0.75	lower_bay	166	0.16	0.14	0.18	215	0.11	0.05	0.17
8	1.00	patuxent	202	0.18	0.15	0.20	215	0.07	0.05	0.08
8	1.00	zigzag	203	0.15	0.13	0.18	215	0.05	0.04	0.07
8	1.00	lower_bay	186	0.16	0.14	0.18	215	0.16	0.10	0.22
8	1.25	patuxent	203	0.15	0.13	0.17	215	0.08	0.06	0.09
8	1.25	zigzag	205	0.15	0.13	0.17	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	lower_bay	178	0.19	0.16	0.21	215	0.20	0.12	0.27
12	0.75	patuxent	213	0.24	0.18	0.30	215	0.06	0.05	0.07
12	0.75	zigzag	211	0.21	0.16	0.27	215	0.04	0.03	0.05
12	0.75	lower_bay	208	0.20	0.17	0.23	215	0.06	0.05	0.07
12	1.00	patuxent	207	0.35	0.26	0.43	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	zigzag	213	0.23	0.17	0.29	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	204	0.16	0.14	0.18	215	0.07	0.05	0.08
12	1.25	patuxent	211	0.26	0.19	0.33	215	0.08	0.05	0.11
12	1.25	zigzag	215	0.19	0.14	0.24	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	189	0.19	0.16	0.22	215	0.05	0.04	0.06
28	0.75	patuxent	215	0.34	0.17	0.50	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.17	0.11	0.23	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.17	0.09	0.25	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.16	0.10	0.22	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.17	0.11	0.23	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.25	0.14	0.35	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.21	0.15	0.27	215	0.01	0.01	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.16	0.10	0.22	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.15	0.10	0.19	215	0.02	0.02	0.03

Table 19: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	68	0.25	0.23	0.28	214	0.31	0.21	0.40
4	0.75	zigzag	90	0.24	0.21	0.26	215	0.28	0.18	0.37
4	0.75	lower_bay	59	0.32	0.29	0.35	209	0.19	0.12	0.26
4	1.00	patuxent	105	0.24	0.22	0.27	212	0.45	0.34	0.56
4	1.00	zigzag	106	0.26	0.24	0.29	215	0.22	0.16	0.29
4	1.00	lower_bay	67	0.35	0.33	0.37	202	0.19	0.15	0.23
4	1.25	patuxent	68	0.26	0.23	0.30	211	0.28	0.16	0.40
4	1.25	zigzag	117	0.27	0.25	0.29	215	0.19	0.12	0.26
4	1.25	lower_bay	67	0.31	0.28	0.33	197	0.15	0.13	0.18
8	0.75	patuxent	137	0.17	0.15	0.19	215	0.26	0.19	0.33
8	0.75	zigzag	148	0.21	0.19	0.23	215	0.15	0.10	0.21
8	0.75	lower_bay	101	0.21	0.18	0.23	214	0.23	0.16	0.30
8	1.00	patuxent	134	0.17	0.15	0.19	215	0.27	0.16	0.38
8	1.00	zigzag	173	0.20	0.18	0.22	215	0.13	0.10	0.16
8	1.00	lower_bay	104	0.24	0.21	0.27	214	0.19	0.15	0.24
8	1.25	patuxent	134	0.17	0.15	0.19	215	0.46	0.21	0.70
8	1.25	zigzag	171	0.22	0.20	0.24	215	0.19	0.08	0.31
8	1.25	lower_bay	99	0.22	0.19	0.24	215	0.37	0.26	0.48
12	0.75	patuxent	181	0.14	0.12	0.15	215	0.15	0.12	0.18
12	0.75	zigzag	191	0.15	0.13	0.16	215	0.10	0.07	0.14
12	0.75	lower_bay	157	0.17	0.15	0.19	215	0.26	0.17	0.35
12	1.00	patuxent	168	0.13	0.12	0.15	215	0.21	0.15	0.27
12	1.00	zigzag	193	0.18	0.14	0.22	215	0.10	0.08	0.11
12	1.00	lower_bay	122	0.21	0.19	0.24	215	0.10	0.07	0.12
12	1.25	patuxent	163	0.18	0.15	0.22	215	0.16	0.13	0.19
12	1.25	zigzag	188	0.18	0.14	0.21	215	0.09	0.07	0.11
12	1.25	lower_bay	145	0.17	0.15	0.19	215	0.11	0.09	0.13
28	0.75	patuxent	207	0.28	0.20	0.36	215	0.08	0.07	0.10
28	0.75	zigzag	211	0.18	0.13	0.22	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	lower_bay	201	0.23	0.18	0.28	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	214	0.26	0.17	0.35	215	0.07	0.06	0.09
28	1.00	zigzag	211	0.17	0.12	0.21	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	206	0.17	0.14	0.20	215	0.07	0.05	0.08
28	1.25	patuxent	206	0.19	0.12	0.26	215	0.07	0.06	0.09
28	1.25	zigzag	211	0.16	0.12	0.20	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	206	0.19	0.14	0.24	215	0.07	0.03	0.11

Table 20: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	179	0.17	0.13	0.20	215	0.11	0.08	0.13
4	0.75	zigzag	197	0.17	0.13	0.21	215	0.07	0.06	0.09
4	0.75	lower_bay	175	0.18	0.15	0.22	215	0.11	0.08	0.14
4	1.00	patuxent	186	0.23	0.18	0.28	215	0.10	0.08	0.12
4	1.00	zigzag	190	0.17	0.14	0.19	215	0.10	0.05	0.15
4	1.00	lower_bay	166	0.17	0.15	0.19	215	0.12	0.08	0.16
4	1.25	patuxent	189	0.15	0.12	0.18	215	0.12	0.08	0.16
4	1.25	zigzag	203	0.17	0.14	0.20	215	0.10	0.08	0.12
4	1.25	lower_bay	173	0.17	0.14	0.20	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	patuxent	213	0.26	0.19	0.34	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	zigzag	212	0.29	0.16	0.42	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	lower_bay	209	0.22	0.15	0.29	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	patuxent	212	0.28	0.17	0.39	215	0.08	0.07	0.10
8	1.00	zigzag	215	0.19	0.14	0.24	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	211	0.16	0.10	0.22	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	patuxent	215	0.43	0.29	0.57	215	0.08	0.07	0.10
8	1.25	zigzag	214	0.32	0.21	0.42	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	lower_bay	204	0.18	0.13	0.22	215	0.05	0.04	0.06
12	0.75	patuxent	213	0.21	0.13	0.28	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.17	0.12	0.21	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	212	0.24	0.11	0.37	215	0.04	0.03	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.30	0.22	0.39	215	0.05	0.05	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.22	0.14	0.29	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	lower_bay	215	0.23	0.12	0.34	215	0.05	0.04	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.22	0.14	0.30	215	0.06	0.05	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.22	0.10	0.33	215	0.05	0.04	0.06
12	1.25	lower_bay	215	0.22	0.14	0.30	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.08	0.06	0.11	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	zigzag	215	0.09	0.06	0.11	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.11	215	0.04	0.04	0.05
28	1.25	zigzag	215	0.08	0.06	0.11	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.11	0.08	0.14	215	0.02	0.02	0.02

Table 21: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	213	0.28	0.19	0.37	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	zigzag	211	0.20	0.13	0.26	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	199	0.15	0.12	0.19	215	0.07	0.05	0.08
4	1.00	patuxent	211	0.25	0.17	0.34	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	zigzag	213	0.20	0.12	0.28	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	lower_bay	204	0.18	0.11	0.26	215	0.06	0.05	0.08
4	1.25	patuxent	211	0.26	0.18	0.33	215	0.08	0.07	0.10
4	1.25	zigzag	215	0.19	0.14	0.25	215	0.05	0.04	0.06
4	1.25	lower_bay	210	0.17	0.13	0.22	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	patuxent	215	0.20	0.14	0.26	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	zigzag	215	0.14	0.09	0.18	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	214	0.25	0.13	0.37	215	0.04	0.03	0.04
8	1.00	patuxent	215	0.19	0.13	0.25	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.13	0.09	0.17	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	215	0.22	0.13	0.31	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	patuxent	215	0.18	0.13	0.23	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	zigzag	215	0.15	0.10	0.20	215	0.04	0.03	0.04
8	1.25	lower_bay	215	0.21	0.11	0.31	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.13	0.09	0.16	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	215	0.10	0.08	0.13	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.07	0.05	0.09	215	0.03	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.24	0.12	0.37	215	0.05	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.14	0.09	0.19	215	0.03	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.02	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.26	0.12	0.41	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.12	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.11	0.07	0.14	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.05	0.08	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.08	0.06	0.10	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.01	0.02

Table 22: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	115	0.26	0.24	0.28	213	0.24	0.15	0.33
4	0.75	zigzag	101	0.25	0.22	0.27	215	0.13	0.10	0.16
4	0.75	lower_bay	91	0.31	0.29	0.33	196	0.14	0.12	0.17
4	1.00	patuxent	93	0.23	0.21	0.26	215	0.14	0.11	0.17
4	1.00	zigzag	98	0.25	0.23	0.27	215	0.17	0.12	0.23
4	1.00	lower_bay	77	0.29	0.27	0.31	202	0.20	0.16	0.24
4	1.25	patuxent	122	0.25	0.23	0.27	214	0.18	0.13	0.22
4	1.25	zigzag	101	0.27	0.25	0.29	215	0.12	0.09	0.14
4	1.25	lower_bay	67	0.28	0.25	0.30	204	0.14	0.12	0.17
8	0.75	patuxent	146	0.17	0.15	0.19	215	0.11	0.06	0.17
8	0.75	zigzag	150	0.21	0.18	0.23	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	111	0.23	0.21	0.26	214	0.26	0.04	0.47
8	1.00	patuxent	148	0.19	0.17	0.21	215	0.12	0.06	0.19
8	1.00	zigzag	160	0.20	0.18	0.23	215	0.07	0.05	0.09
8	1.00	lower_bay	117	0.23	0.20	0.25	215	0.16	0.12	0.20
8	1.25	patuxent	148	0.19	0.17	0.21	215	0.10	0.06	0.14
8	1.25	zigzag	163	0.20	0.17	0.22	215	0.08	0.06	0.11
8	1.25	lower_bay	125	0.23	0.21	0.25	215	0.12	0.08	0.15
12	0.75	patuxent	185	0.15	0.12	0.19	215	0.11	0.04	0.19
12	0.75	zigzag	192	0.16	0.13	0.18	215	0.06	0.05	0.08
12	0.75	lower_bay	164	0.19	0.17	0.21	215	0.10	0.08	0.13
12	1.00	patuxent	177	0.15	0.13	0.16	215	0.09	0.07	0.10
12	1.00	zigzag	185	0.18	0.14	0.21	215	0.06	0.05	0.07
12	1.00	lower_bay	146	0.17	0.15	0.19	215	0.17	0.07	0.26
12	1.25	patuxent	171	0.17	0.15	0.20	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	186	0.15	0.12	0.17	215	0.06	0.05	0.08
12	1.25	lower_bay	160	0.18	0.16	0.20	215	0.17	0.04	0.30
28	0.75	patuxent	210	0.17	0.12	0.23	215	0.05	0.04	0.06
28	0.75	zigzag	209	0.13	0.09	0.18	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	203	0.16	0.12	0.20	215	0.05	0.05	0.06
28	1.00	patuxent	212	0.13	0.10	0.16	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	zigzag	209	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	208	0.15	0.11	0.19	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	210	0.11	0.09	0.14	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	209	0.13	0.08	0.18	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	205	0.11	0.10	0.13	215	0.04	0.03	0.05



Table 23: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	207	0.12	0.10	0.13	215	0.04	0.03	0.04
4	0.75	zigzag	198	0.15	0.12	0.18	215	0.03	0.03	0.04
4	0.75	lower_bay	189	0.14	0.12	0.16	215	0.06	0.04	0.07
4	1.00	patuxent	207	0.22	0.16	0.29	215	0.04	0.03	0.05
4	1.00	zigzag	203	0.11	0.08	0.14	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	lower_bay	181	0.13	0.12	0.15	215	0.05	0.04	0.07
4	1.25	patuxent	204	0.13	0.11	0.15	215	0.04	0.03	0.05
4	1.25	zigzag	206	0.16	0.11	0.20	215	0.04	0.03	0.04
4	1.25	lower_bay	160	0.20	0.16	0.24	215	0.09	0.06	0.12
8	0.75	patuxent	215	0.15	0.11	0.19	215	0.02	0.02	0.03
8	0.75	zigzag	212	0.11	0.07	0.16	215	0.02	0.02	0.02
8	0.75	lower_bay	211	0.14	0.11	0.17	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	patuxent	214	0.24	0.14	0.35	215	0.03	0.02	0.03
8	1.00	zigzag	214	0.12	0.08	0.17	215	0.02	0.02	0.02
8	1.00	lower_bay	209	0.25	0.19	0.31	215	0.03	0.02	0.03
8	1.25	patuxent	215	0.15	0.10	0.20	215	0.03	0.02	0.03
8	1.25	zigzag	213	0.19	0.11	0.28	215	0.02	0.02	0.02
8	1.25	lower_bay	210	0.13	0.10	0.15	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.18	0.08	0.28	215	0.02	0.02	0.02
12	0.75	zigzag	215	0.16	0.04	0.28	215	0.02	0.01	0.02
12	0.75	lower_bay	215	0.19	0.12	0.26	215	0.02	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.15	0.11	0.19	215	0.02	0.02	0.03
12	1.00	zigzag	215	0.08	0.06	0.10	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	lower_bay	213	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.12	0.08	0.16	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.13	215	0.01	0.01	0.02
12	1.25	lower_bay	212	0.14	0.08	0.20	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.06	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.06	0.04	0.08	215	0.01	0.01	0.01

Table 24: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	209	0.13	0.09	0.18	215	0.03	0.02	0.03
4	0.75	zigzag	214	0.16	0.10	0.21	215	0.02	0.02	0.02
4	0.75	lower_bay	210	0.24	0.16	0.31	215	0.03	0.03	0.04
4	1.00	patuxent	213	0.17	0.12	0.21	215	0.03	0.02	0.03
4	1.00	zigzag	213	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.02	0.03
4	1.00	lower_bay	212	0.22	0.16	0.29	215	0.03	0.03	0.04
4	1.25	patuxent	210	0.28	0.12	0.45	215	0.02	0.02	0.03
4	1.25	zigzag	212	0.24	0.15	0.32	215	0.02	0.02	0.02
4	1.25	lower_bay	202	0.16	0.10	0.21	215	0.04	0.03	0.06
8	0.75	patuxent	215	0.10	0.05	0.15	215	0.02	0.01	0.02
8	0.75	zigzag	215	0.12	0.02	0.23	215	0.02	0.01	0.02
8	0.75	lower_bay	215	0.09	0.06	0.12	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	patuxent	215	0.09	0.06	0.11	215	0.02	0.01	0.02
8	1.00	zigzag	215	0.07	0.03	0.11	215	0.02	0.01	0.02
8	1.00	lower_bay	214	0.18	0.07	0.30	215	0.02	0.02	0.02
8	1.25	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.02	0.01	0.02
8	1.25	zigzag	215	0.22	0.11	0.33	215	0.02	0.01	0.02
8	1.25	lower_bay	215	0.13	0.08	0.18	215	0.02	0.02	0.03
12	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.01	0.01	0.02
12	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.01	0.01	0.02
12	0.75	lower_bay	215	0.11	0.07	0.15	215	0.02	0.01	0.02
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.05	0.13	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	lower_bay	215	0.07	0.05	0.08	215	0.02	0.01	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	lower_bay	215	0.09	0.06	0.11	215	0.02	0.01	0.02
28	0.75	patuxent	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.07	0.03	0.12	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.00	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.00	0.00	0.00
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.02	0.04	215	0.00	0.00	0.00
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.02	0.06	215	0.01	0.00	0.01

Table 25: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	42	0.61	0.58	0.64	182	0.25	0.21	0.28
4	0.75	zigzag	72	0.56	0.52	0.60	214	0.41	0.27	0.54
4	0.75	lower_bay	34	0.68	0.65	0.71	158	0.30	0.27	0.33
4	1.00	patuxent	54	0.60	0.57	0.64	183	0.27	0.22	0.31
4	1.00	zigzag	76	0.55	0.51	0.59	212	0.52	0.38	0.66
4	1.00	lower_bay	29	0.73	0.69	0.76	145	0.32	0.29	0.35
4	1.25	patuxent	54	0.58	0.55	0.62	190	0.34	0.27	0.41
4	1.25	zigzag	52	0.55	0.50	0.59	211	0.51	0.37	0.65
4	1.25	lower_bay	17	0.75	0.72	0.78	138	0.34	0.32	0.37
8	0.75	patuxent	72	0.39	0.35	0.43	213	0.37	0.29	0.44
8	0.75	zigzag	114	0.36	0.32	0.39	215	0.42	0.27	0.58
8	0.75	lower_bay	37	0.62	0.58	0.66	177	0.23	0.20	0.26
8	1.00	patuxent	93	0.39	0.36	0.42	205	0.66	0.44	0.87
8	1.00	zigzag	132	0.33	0.31	0.35	215	0.49	0.37	0.61
8	1.00	lower_bay	48	0.56	0.51	0.62	194	0.27	0.24	0.30
8	1.25	patuxent	100	0.43	0.40	0.45	212	0.66	0.47	0.84
8	1.25	zigzag	95	0.34	0.31	0.36	215	0.68	0.49	0.87
8	1.25	lower_bay	70	0.71	0.68	0.73	202	0.33	0.28	0.38
12	0.75	patuxent	115	0.33	0.30	0.35	213	0.36	0.23	0.50
12	0.75	zigzag	149	0.26	0.24	0.28	215	0.30	0.24	0.36
12	0.75	lower_bay	80	0.53	0.51	0.56	213	0.30	0.24	0.36
12	1.00	patuxent	114	0.35	0.32	0.38	215	0.64	0.44	0.84
12	1.00	zigzag	134	0.25	0.23	0.28	215	0.27	0.21	0.32
12	1.00	lower_bay	91	0.55	0.53	0.58	205	0.48	0.39	0.57
12	1.25	patuxent	128	0.31	0.29	0.34	215	0.50	0.35	0.64
12	1.25	zigzag	154	0.26	0.24	0.28	215	0.22	0.19	0.24
12	1.25	lower_bay	52	0.49	0.45	0.53	209	0.26	0.20	0.32
28	0.75	patuxent	179	0.26	0.22	0.29	215	0.26	0.22	0.30
28	0.75	zigzag	192	0.23	0.20	0.25	215	0.17	0.13	0.22
28	0.75	lower_bay	136	0.29	0.27	0.32	215	0.26	0.20	0.31
28	1.00	patuxent	181	0.18	0.16	0.20	215	0.22	0.17	0.27
28	1.00	zigzag	192	0.20	0.18	0.23	215	0.14	0.11	0.16
28	1.00	lower_bay	153	0.32	0.30	0.35	215	0.41	0.28	0.54
28	1.25	patuxent	185	0.19	0.17	0.21	215	0.29	0.23	0.35
28	1.25	zigzag	192	0.20	0.18	0.23	215	0.12	0.10	0.14
28	1.25	lower_bay	123	0.30	0.28	0.33	215	0.23	0.16	0.30

Table 26: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	150	0.21	0.19	0.23	215	0.31	0.23	0.38
4	0.75	zigzag	186	0.18	0.16	0.20	215	0.15	0.12	0.18
4	0.75	lower_bay	99	0.42	0.39	0.46	215	0.26	0.18	0.33
4	1.00	patuxent	144	0.23	0.21	0.26	215	0.35	0.25	0.45
4	1.00	zigzag	180	0.22	0.20	0.24	215	0.14	0.12	0.16
4	1.00	lower_bay	93	0.41	0.37	0.45	214	0.36	0.25	0.47
4	1.25	patuxent	132	0.23	0.20	0.26	215	0.39	0.25	0.54
4	1.25	zigzag	178	0.18	0.16	0.20	215	0.15	0.13	0.18
4	1.25	lower_bay	104	0.42	0.39	0.45	214	0.30	0.23	0.36
8	0.75	patuxent	185	0.27	0.22	0.32	215	0.20	0.15	0.25
8	0.75	zigzag	206	0.29	0.23	0.36	215	0.10	0.09	0.11
8	0.75	lower_bay	159	0.25	0.23	0.28	215	0.25	0.13	0.37
8	1.00	patuxent	197	0.34	0.26	0.41	215	0.19	0.15	0.22
8	1.00	zigzag	207	0.31	0.24	0.38	215	0.11	0.10	0.13
8	1.00	lower_bay	152	0.24	0.21	0.26	215	0.29	0.20	0.37
8	1.25	patuxent	198	0.25	0.21	0.29	215	0.23	0.18	0.28
8	1.25	zigzag	205	0.29	0.23	0.36	215	0.11	0.10	0.12
8	1.25	lower_bay	167	0.25	0.23	0.28	215	0.22	0.14	0.30
12	0.75	patuxent	204	0.28	0.21	0.35	215	0.17	0.15	0.20
12	0.75	zigzag	215	0.33	0.21	0.45	215	0.11	0.10	0.13
12	0.75	lower_bay	179	0.20	0.18	0.23	215	0.18	0.14	0.21
12	1.00	patuxent	208	0.37	0.27	0.48	215	0.13	0.12	0.15
12	1.00	zigzag	215	0.38	0.26	0.50	215	0.10	0.09	0.11
12	1.00	lower_bay	183	0.22	0.19	0.24	215	0.18	0.14	0.22
12	1.25	patuxent	208	0.42	0.31	0.53	215	0.13	0.11	0.15
12	1.25	zigzag	215	0.36	0.23	0.49	215	0.10	0.09	0.11
12	1.25	lower_bay	174	0.19	0.17	0.21	215	0.20	0.13	0.26
28	0.75	patuxent	215	0.41	0.17	0.66	215	0.10	0.09	0.11
28	0.75	zigzag	215	0.24	0.08	0.39	215	0.07	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	215	0.37	0.26	0.47	215	0.08	0.07	0.09
28	1.00	patuxent	215	0.37	0.24	0.50	215	0.08	0.08	0.09
28	1.00	zigzag	215	0.22	0.08	0.37	215	0.06	0.05	0.06
28	1.00	lower_bay	214	0.21	0.16	0.27	215	0.07	0.07	0.08
28	1.25	patuxent	215	0.31	0.14	0.48	215	0.08	0.07	0.09
28	1.25	zigzag	215	0.21	0.08	0.34	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	lower_bay	209	0.31	0.22	0.40	215	0.08	0.07	0.09

Table 27: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	189	0.18	0.16	0.21	215	0.23	0.16	0.31
4	0.75	zigzag	206	0.22	0.18	0.26	215	0.12	0.10	0.14
4	0.75	lower_bay	155	0.27	0.24	0.30	212	0.59	0.29	0.89
4	1.00	patuxent	188	0.17	0.14	0.19	215	0.31	0.21	0.41
4	1.00	zigzag	198	0.23	0.18	0.27	215	0.10	0.08	0.11
4	1.00	lower_bay	131	0.27	0.25	0.30	215	0.26	0.17	0.35
4	1.25	patuxent	185	0.24	0.19	0.29	215	0.23	0.17	0.29
4	1.25	zigzag	204	0.32	0.25	0.40	215	0.13	0.11	0.15
4	1.25	lower_bay	127	0.25	0.22	0.27	215	0.21	0.17	0.26
8	0.75	patuxent	209	0.39	0.27	0.51	215	0.12	0.10	0.14
8	0.75	zigzag	215	0.26	0.21	0.31	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	198	0.23	0.19	0.28	215	0.14	0.11	0.16
8	1.00	patuxent	215	0.43	0.31	0.56	215	0.14	0.12	0.16
8	1.00	zigzag	215	0.38	0.22	0.54	215	0.08	0.07	0.09
8	1.00	lower_bay	194	0.22	0.18	0.25	215	0.19	0.12	0.26
8	1.25	patuxent	205	0.43	0.31	0.55	215	0.13	0.11	0.15
8	1.25	zigzag	215	0.37	0.25	0.50	215	0.09	0.08	0.10
8	1.25	lower_bay	195	0.20	0.17	0.23	215	0.14	0.12	0.16
12	0.75	patuxent	215	0.36	0.25	0.48	215	0.13	0.12	0.15
12	0.75	zigzag	215	0.26	0.19	0.32	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	lower_bay	211	0.22	0.18	0.26	215	0.11	0.09	0.12
12	1.00	patuxent	215	0.51	0.32	0.70	215	0.13	0.11	0.14
12	1.00	zigzag	215	0.28	0.20	0.36	215	0.10	0.09	0.11
12	1.00	lower_bay	210	0.32	0.26	0.38	215	0.14	0.12	0.17
12	1.25	patuxent	215	0.25	0.20	0.30	215	0.11	0.10	0.12
12	1.25	zigzag	215	0.28	0.21	0.36	215	0.09	0.08	0.09
12	1.25	lower_bay	208	0.25	0.21	0.30	215	0.12	0.10	0.13
28	0.75	patuxent	215	0.17	0.13	0.21	215	0.08	0.07	0.08
28	0.75	zigzag	215	0.11	0.10	0.12	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	215	0.21	0.15	0.27	215	0.07	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.21	0.05	0.38	215	0.06	0.06	0.07
28	1.00	zigzag	215	0.11	0.09	0.12	215	0.05	0.05	0.05
28	1.00	lower_bay	214	0.24	0.12	0.35	215	0.06	0.05	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.23	0.16	0.30	215	0.07	0.06	0.07
28	1.25	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.05	0.05
28	1.25	lower_bay	215	0.15	0.11	0.19	215	0.05	0.05	0.05

Table 28: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	52	0.62	0.58	0.66	180	0.21	0.19	0.23
4	0.75	zigzag	78	0.53	0.49	0.57	212	0.42	0.32	0.52
4	0.75	lower_bay	32	0.61	0.57	0.65	135	0.28	0.25	0.31
4	1.00	patuxent	67	0.59	0.55	0.62	194	0.25	0.22	0.28
4	1.00	zigzag	83	0.57	0.54	0.60	215	0.38	0.28	0.49
4	1.00	lower_bay	24	0.67	0.63	0.71	147	0.28	0.25	0.31
4	1.25	patuxent	68	0.60	0.57	0.62	188	0.27	0.23	0.30
4	1.25	zigzag	66	0.50	0.46	0.54	210	0.43	0.32	0.53
4	1.25	lower_bay	19	0.69	0.65	0.74	141	0.29	0.27	0.31
8	0.75	patuxent	111	0.50	0.46	0.53	213	0.38	0.31	0.45
8	0.75	zigzag	108	0.36	0.33	0.39	215	0.38	0.28	0.48
8	0.75	lower_bay	47	0.61	0.57	0.65	166	0.25	0.22	0.28
8	1.00	patuxent	96	0.41	0.37	0.44	215	0.45	0.31	0.59
8	1.00	zigzag	88	0.34	0.31	0.38	215	0.34	0.24	0.44
8	1.00	lower_bay	63	0.58	0.55	0.62	187	0.24	0.20	0.27
8	1.25	patuxent	99	0.45	0.42	0.48	213	0.30	0.22	0.38
8	1.25	zigzag	117	0.38	0.36	0.41	215	0.34	0.25	0.42
8	1.25	lower_bay	47	0.67	0.64	0.70	190	0.21	0.19	0.23
12	0.75	patuxent	131	0.37	0.35	0.40	212	0.24	0.20	0.29
12	0.75	zigzag	139	0.27	0.24	0.29	215	0.26	0.22	0.30
12	0.75	lower_bay	68	0.52	0.48	0.56	206	0.39	0.30	0.49
12	1.00	patuxent	115	0.35	0.33	0.38	215	0.36	0.30	0.43
12	1.00	zigzag	146	0.24	0.22	0.26	215	0.27	0.19	0.35
12	1.00	lower_bay	79	0.56	0.52	0.59	202	0.29	0.24	0.34
12	1.25	patuxent	131	0.35	0.32	0.38	211	0.36	0.25	0.47
12	1.25	zigzag	144	0.27	0.24	0.30	215	0.28	0.22	0.34
12	1.25	lower_bay	67	0.54	0.50	0.58	202	0.34	0.28	0.41
28	0.75	patuxent	181	0.21	0.19	0.24	215	0.16	0.14	0.19
28	0.75	zigzag	190	0.26	0.23	0.30	215	0.16	0.13	0.19
28	0.75	lower_bay	122	0.29	0.26	0.32	215	0.32	0.19	0.45
28	1.00	patuxent	187	0.18	0.17	0.20	215	0.15	0.12	0.18
28	1.00	zigzag	190	0.22	0.20	0.25	215	0.12	0.10	0.14
28	1.00	lower_bay	134	0.31	0.29	0.34	214	0.19	0.14	0.24
28	1.25	patuxent	182	0.17	0.15	0.19	215	0.09	0.07	0.10
28	1.25	zigzag	190	0.22	0.19	0.25	215	0.12	0.09	0.15
28	1.25	lower_bay	135	0.30	0.28	0.33	215	0.17	0.12	0.22

Table 29: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	158	0.19	0.17	0.22	215	0.17	0.13	0.21
4	0.75	zigzag	180	0.22	0.19	0.24	215	0.12	0.09	0.15
4	0.75	lower_bay	104	0.43	0.40	0.47	214	0.41	0.30	0.53
4	1.00	patuxent	142	0.25	0.22	0.27	215	0.19	0.14	0.24
4	1.00	zigzag	190	0.18	0.16	0.20	215	0.12	0.09	0.14
4	1.00	lower_bay	107	0.42	0.39	0.45	214	0.24	0.17	0.30
4	1.25	patuxent	142	0.19	0.17	0.22	215	0.19	0.13	0.25
4	1.25	zigzag	193	0.18	0.16	0.20	215	0.12	0.09	0.14
4	1.25	lower_bay	93	0.41	0.37	0.45	213	0.27	0.21	0.33
8	0.75	patuxent	204	0.20	0.16	0.24	215	0.10	0.08	0.12
8	0.75	zigzag	206	0.35	0.25	0.45	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	142	0.25	0.22	0.27	215	0.16	0.12	0.19
8	1.00	patuxent	200	0.26	0.21	0.30	215	0.12	0.10	0.14
8	1.00	zigzag	208	0.27	0.19	0.34	215	0.08	0.07	0.09
8	1.00	lower_bay	149	0.22	0.20	0.24	215	0.21	0.18	0.25
8	1.25	patuxent	202	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.11	0.14
8	1.25	zigzag	212	0.23	0.17	0.30	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	lower_bay	151	0.22	0.19	0.24	215	0.21	0.16	0.26
12	0.75	patuxent	211	0.34	0.25	0.43	215	0.09	0.08	0.10
12	0.75	zigzag	215	0.30	0.17	0.42	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	lower_bay	170	0.19	0.17	0.21	215	0.11	0.10	0.13
12	1.00	patuxent	210	0.23	0.17	0.29	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	zigzag	215	0.44	0.28	0.61	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	lower_bay	194	0.18	0.16	0.20	215	0.13	0.11	0.16
12	1.25	patuxent	193	0.24	0.18	0.30	215	0.08	0.07	0.09
12	1.25	zigzag	215	0.29	0.20	0.38	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	lower_bay	184	0.19	0.16	0.22	215	0.14	0.11	0.17
28	0.75	patuxent	215	0.20	0.12	0.27	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.20	0.14	0.27	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	211	0.22	0.16	0.28	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.18	0.11	0.26	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.19	0.13	0.26	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	200	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.15	0.07	0.23	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.18	0.12	0.24	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	207	0.39	0.26	0.52	215	0.05	0.04	0.05

Table 30: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	192	0.17	0.15	0.20	215	0.11	0.08	0.14
4	0.75	zigzag	204	0.19	0.16	0.22	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	lower_bay	151	0.27	0.24	0.30	215	0.16	0.13	0.19
4	1.00	patuxent	192	0.19	0.17	0.22	215	0.10	0.08	0.11
4	1.00	zigzag	207	0.26	0.19	0.33	215	0.06	0.05	0.07
4	1.00	lower_bay	125	0.29	0.26	0.32	214	0.15	0.12	0.18
4	1.25	patuxent	196	0.19	0.16	0.22	215	0.11	0.09	0.13
4	1.25	zigzag	212	0.22	0.18	0.26	215	0.07	0.06	0.08
4	1.25	lower_bay	138	0.24	0.21	0.26	215	0.23	0.15	0.31
8	0.75	patuxent	213	0.33	0.24	0.42	215	0.05	0.05	0.06
8	0.75	zigzag	211	0.26	0.20	0.33	215	0.06	0.06	0.07
8	0.75	lower_bay	187	0.19	0.17	0.21	215	0.18	0.09	0.27
8	1.00	patuxent	206	0.37	0.25	0.48	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	zigzag	215	0.25	0.13	0.36	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	194	0.19	0.17	0.22	215	0.10	0.09	0.12
8	1.25	patuxent	213	0.34	0.24	0.44	215	0.08	0.06	0.09
8	1.25	zigzag	215	0.25	0.16	0.33	215	0.05	0.05	0.06
8	1.25	lower_bay	188	0.20	0.17	0.24	215	0.10	0.09	0.12
12	0.75	patuxent	215	0.31	0.20	0.41	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.23	0.14	0.32	215	0.05	0.05	0.05
12	0.75	lower_bay	199	0.32	0.25	0.39	215	0.09	0.08	0.11
12	1.00	patuxent	211	0.30	0.21	0.39	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.24	0.16	0.32	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	lower_bay	206	0.32	0.25	0.39	215	0.09	0.07	0.10
12	1.25	patuxent	215	0.24	0.18	0.29	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.24	0.14	0.35	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	207	0.19	0.15	0.22	215	0.08	0.07	0.09
28	0.75	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.08	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.14	0.10	0.17	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.08	0.07	0.10	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.29	0.11	0.46	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.12	0.08	0.15	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.18	0.13	0.24	215	0.03	0.02	0.03



Table 31: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	151	0.19	0.17	0.21	215	0.33	0.22	0.44
4	0.75	zigzag	171	0.21	0.17	0.26	215	0.12	0.09	0.14
4	0.75	lower_bay	101	0.30	0.27	0.32	210	0.23	0.14	0.31
4	1.00	patuxent	130	0.19	0.17	0.22	215	0.22	0.15	0.29
4	1.00	zigzag	180	0.19	0.16	0.21	215	0.12	0.09	0.14
4	1.00	lower_bay	99	0.28	0.26	0.31	203	0.21	0.17	0.25
4	1.25	patuxent	130	0.23	0.20	0.25	215	0.23	0.15	0.32
4	1.25	zigzag	172	0.22	0.19	0.24	215	0.10	0.08	0.12
4	1.25	lower_bay	104	0.29	0.27	0.32	214	0.21	0.16	0.25
8	0.75	patuxent	194	0.17	0.14	0.20	215	0.18	0.12	0.24
8	0.75	zigzag	210	0.19	0.14	0.23	215	0.09	0.08	0.10
8	0.75	lower_bay	135	0.22	0.20	0.25	214	0.15	0.12	0.18
8	1.00	patuxent	195	0.17	0.14	0.20	215	0.15	0.12	0.18
8	1.00	zigzag	210	0.21	0.17	0.24	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	lower_bay	136	0.21	0.19	0.23	214	0.18	0.12	0.24
8	1.25	patuxent	181	0.20	0.16	0.23	215	0.16	0.11	0.21
8	1.25	zigzag	205	0.23	0.19	0.28	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	lower_bay	133	0.23	0.21	0.25	215	0.15	0.11	0.20
12	0.75	patuxent	209	0.38	0.27	0.49	215	0.13	0.11	0.14
12	0.75	zigzag	214	0.27	0.22	0.33	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	lower_bay	155	0.19	0.17	0.20	215	0.10	0.09	0.12
12	1.00	patuxent	209	0.28	0.21	0.34	215	0.11	0.10	0.12
12	1.00	zigzag	215	0.22	0.16	0.29	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	lower_bay	154	0.19	0.18	0.21	215	0.13	0.11	0.15
12	1.25	patuxent	207	0.22	0.17	0.27	215	0.08	0.08	0.09
12	1.25	zigzag	212	0.24	0.19	0.29	215	0.08	0.07	0.08
12	1.25	lower_bay	183	0.18	0.17	0.20	215	0.11	0.08	0.14
28	0.75	patuxent	215	0.20	0.14	0.25	215	0.07	0.06	0.08
28	0.75	zigzag	215	0.15	0.12	0.17	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	lower_bay	209	0.19	0.15	0.24	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	patuxent	214	0.16	0.12	0.19	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	zigzag	215	0.13	0.11	0.15	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	207	0.19	0.15	0.22	215	0.05	0.04	0.05
28	1.25	patuxent	215	0.22	0.13	0.31	215	0.05	0.04	0.05
28	1.25	zigzag	215	0.13	0.11	0.16	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	200	0.15	0.12	0.19	215	0.06	0.05	0.07

Table 32: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	211	0.23	0.09	0.36	215	0.08	0.07	0.09
4	0.75	zigzag	214	0.16	0.13	0.20	215	0.06	0.05	0.06
4	0.75	lower_bay	197	0.19	0.16	0.23	215	0.09	0.07	0.10
4	1.00	patuxent	215	0.21	0.13	0.30	215	0.08	0.07	0.10
4	1.00	zigzag	215	0.18	0.15	0.22	215	0.06	0.05	0.07
4	1.00	lower_bay	193	0.20	0.15	0.24	215	0.11	0.09	0.13
4	1.25	patuxent	213	0.24	0.18	0.29	215	0.07	0.06	0.09
4	1.25	zigzag	213	0.27	0.14	0.40	215	0.07	0.06	0.07
4	1.25	lower_bay	177	0.21	0.15	0.26	215	0.10	0.08	0.12
8	0.75	patuxent	215	0.16	0.12	0.20	215	0.06	0.06	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.12	0.09	0.15	215	0.05	0.05	0.06
8	0.75	lower_bay	208	0.22	0.15	0.29	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	zigzag	215	0.12	0.09	0.14	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	213	0.23	0.18	0.29	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	patuxent	215	0.26	0.12	0.40	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	zigzag	215	0.13	0.10	0.17	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	lower_bay	211	0.18	0.12	0.23	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	patuxent	215	0.19	0.12	0.25	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.09	215	0.05	0.05	0.05
12	0.75	lower_bay	215	0.15	0.11	0.19	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	patuxent	215	0.11	0.09	0.14	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	214	0.25	0.16	0.33	215	0.07	0.06	0.07
12	1.25	patuxent	215	0.13	0.11	0.15	215	0.06	0.06	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.29	0.20	0.37	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.03	0.03	0.03

Table 33: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.15	0.12	0.18	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
4	0.75	lower_bay	214	0.23	0.12	0.35	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	patuxent	215	0.17	0.11	0.23	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.05	0.05	0.05
4	1.00	lower_bay	214	0.22	0.15	0.30	215	0.07	0.06	0.08
4	1.25	patuxent	215	0.23	0.14	0.32	215	0.06	0.06	0.07
4	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	208	0.29	0.22	0.37	215	0.07	0.06	0.07
8	0.75	patuxent	215	0.11	0.09	0.13	215	0.06	0.05	0.06
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.09	215	0.05	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.15	0.12	0.18	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.10	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	zigzag	215	0.07	0.07	0.08	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	215	0.14	0.10	0.17	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.14	0.11	0.17	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.05	0.05	0.05
8	1.25	lower_bay	215	0.13	0.10	0.15	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	patuxent	215	0.08	0.07	0.08	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	215	0.12	0.10	0.15	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	lower_bay	215	0.12	0.09	0.16	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.11	0.08	0.13	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.03

Table 34: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	171	0.21	0.19	0.23	215	0.16	0.09	0.23
4	0.75	zigzag	158	0.17	0.16	0.19	215	0.09	0.08	0.11
4	0.75	lower_bay	103	0.22	0.20	0.25	214	0.16	0.12	0.21
4	1.00	patuxent	138	0.22	0.19	0.25	215	0.14	0.12	0.17
4	1.00	zigzag	175	0.17	0.15	0.19	215	0.12	0.10	0.13
4	1.00	lower_bay	107	0.26	0.24	0.28	213	0.26	0.19	0.33
4	1.25	patuxent	154	0.20	0.18	0.22	215	0.12	0.10	0.14
4	1.25	zigzag	174	0.19	0.17	0.21	215	0.18	0.10	0.26
4	1.25	lower_bay	67	0.26	0.23	0.29	211	0.19	0.14	0.25
8	0.75	patuxent	200	0.20	0.15	0.25	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	zigzag	201	0.25	0.17	0.33	215	0.08	0.07	0.08
8	0.75	lower_bay	129	0.20	0.18	0.22	215	0.21	0.08	0.34
8	1.00	patuxent	195	0.16	0.14	0.19	215	0.10	0.08	0.11
8	1.00	zigzag	208	0.18	0.15	0.22	215	0.09	0.07	0.10
8	1.00	lower_bay	143	0.22	0.20	0.25	215	0.14	0.11	0.17
8	1.25	patuxent	205	0.21	0.15	0.27	215	0.10	0.09	0.12
8	1.25	zigzag	203	0.21	0.16	0.26	215	0.10	0.08	0.11
8	1.25	lower_bay	153	0.22	0.19	0.24	215	0.20	0.09	0.32
12	0.75	patuxent	212	0.28	0.22	0.34	215	0.09	0.08	0.10
12	0.75	zigzag	213	0.21	0.15	0.26	215	0.07	0.06	0.07
12	0.75	lower_bay	179	0.19	0.16	0.22	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	patuxent	208	0.21	0.17	0.25	215	0.08	0.08	0.09
12	1.00	zigzag	213	0.35	0.24	0.47	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	lower_bay	173	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.11	0.16
12	1.25	patuxent	207	0.14	0.12	0.16	215	0.07	0.06	0.08
12	1.25	zigzag	213	0.16	0.13	0.20	215	0.08	0.06	0.09
12	1.25	lower_bay	172	0.18	0.16	0.20	215	0.21	0.13	0.29
28	0.75	patuxent	215	0.13	0.07	0.20	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.25	0.08	0.42	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	212	0.23	0.16	0.30	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.10	0.08	0.13	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.26	0.07	0.46	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	211	0.14	0.11	0.18	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.17	0.10	0.25	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.22	0.06	0.38	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	211	0.14	0.11	0.16	215	0.04	0.04	0.05

Table 35: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.21	0.16	0.25	215	0.05	0.05	0.06
4	0.75	zigzag	215	0.15	0.10	0.20	215	0.05	0.04	0.05
4	0.75	lower_bay	193	0.18	0.15	0.21	215	0.08	0.07	0.09
4	1.00	patuxent	214	0.16	0.13	0.19	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	zigzag	215	0.17	0.11	0.22	215	0.05	0.05	0.06
4	1.00	lower_bay	208	0.22	0.14	0.29	215	0.06	0.05	0.07
4	1.25	patuxent	210	0.22	0.13	0.31	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	zigzag	215	0.12	0.09	0.16	215	0.04	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	202	0.21	0.17	0.25	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	patuxent	215	0.13	0.09	0.17	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	zigzag	215	0.11	0.08	0.15	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	lower_bay	212	0.20	0.16	0.24	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	patuxent	215	0.16	0.11	0.21	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.12	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	lower_bay	213	0.13	0.11	0.16	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.14	0.10	0.18	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.13	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	lower_bay	208	0.15	0.11	0.19	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.22	0.14	0.30	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.08	0.06	0.11	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.16	0.08	0.23	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.01	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.07	0.03	0.10	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.04	0.10	215	0.01	0.01	0.01

Table 36: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.11	0.09	0.12	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.09	215	0.04	0.03	0.05
4	0.75	lower_bay	213	0.16	0.13	0.19	215	0.06	0.06	0.07
4	1.00	patuxent	215	0.10	0.08	0.13	215	0.04	0.04	0.05
4	1.00	zigzag	215	0.09	0.06	0.12	215	0.04	0.04	0.04
4	1.00	lower_bay	207	0.18	0.13	0.23	215	0.07	0.06	0.08
4	1.25	patuxent	215	0.12	0.07	0.18	215	0.04	0.04	0.05
4	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.04	0.03	0.04
4	1.25	lower_bay	212	0.25	0.15	0.34	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.13	0.08	0.18	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.12	0.09	0.14	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	lower_bay	215	0.18	0.11	0.25	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.13	0.08	0.17	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.05	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.09	0.07	0.10	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	patuxent	215	0.07	0.05	0.08	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.17	0.06	0.29	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.01	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01

Table 37: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	22	0.70	0.66	0.74	146	0.22	0.20	0.24
4	0.75	zigzag	27	0.74	0.70	0.77	171	0.19	0.17	0.21
4	0.75	lower_bay	23	0.75	0.72	0.78	125	0.33	0.30	0.36
4	1.00	patuxent	13	0.73	0.67	0.78	125	0.22	0.20	0.25
4	1.00	zigzag	14	0.67	0.61	0.73	145	0.23	0.19	0.27
4	1.00	lower_bay	32	0.75	0.72	0.78	112	0.33	0.30	0.36
4	1.25	patuxent	21	0.75	0.72	0.77	128	0.21	0.18	0.23
4	1.25	zigzag	23	0.74	0.71	0.77	161	0.22	0.19	0.24
4	1.25	lower_bay	10	0.78	0.73	0.83	98	0.33	0.30	0.37
8	0.75	patuxent	51	0.61	0.57	0.65	186	0.24	0.20	0.28
8	0.75	zigzag	41	0.63	0.58	0.67	203	0.39	0.30	0.48
8	0.75	lower_bay	25	0.68	0.63	0.73	177	0.20	0.18	0.23
8	1.00	patuxent	48	0.59	0.56	0.63	191	0.27	0.23	0.31
8	1.00	zigzag	42	0.64	0.60	0.68	193	0.41	0.31	0.50
8	1.00	lower_bay	31	0.67	0.63	0.71	149	0.21	0.19	0.23
8	1.25	patuxent	41	0.56	0.52	0.60	196	0.26	0.22	0.30
8	1.25	zigzag	44	0.61	0.57	0.65	209	0.33	0.27	0.39
8	1.25	lower_bay	27	0.70	0.66	0.74	173	0.19	0.18	0.21
12	0.75	patuxent	56	0.50	0.45	0.55	201	0.60	0.48	0.71
12	0.75	zigzag	55	0.50	0.46	0.54	204	0.53	0.40	0.67
12	0.75	lower_bay	47	0.64	0.61	0.68	188	0.25	0.20	0.29
12	1.00	patuxent	70	0.46	0.43	0.49	203	0.36	0.28	0.44
12	1.00	zigzag	66	0.51	0.48	0.54	202	0.72	0.55	0.90
12	1.00	lower_bay	41	0.61	0.58	0.64	196	0.25	0.22	0.28
12	1.25	patuxent	60	0.44	0.39	0.48	209	0.49	0.37	0.61
12	1.25	zigzag	68	0.50	0.46	0.54	211	0.52	0.39	0.66
12	1.25	lower_bay	53	0.64	0.61	0.67	193	0.31	0.24	0.39
28	0.75	patuxent	125	0.23	0.20	0.25	214	0.67	0.46	0.88
28	0.75	zigzag	111	0.26	0.24	0.29	215	0.41	0.29	0.54
28	0.75	lower_bay	110	0.36	0.33	0.39	215	0.44	0.30	0.59
28	1.00	patuxent	120	0.19	0.17	0.22	215	0.46	0.34	0.58
28	1.00	zigzag	111	0.26	0.23	0.29	215	0.38	0.25	0.51
28	1.00	lower_bay	125	0.36	0.33	0.38	212	0.65	0.38	0.93
28	1.25	patuxent	143	0.20	0.18	0.22	215	0.49	0.31	0.68
28	1.25	zigzag	111	0.26	0.23	0.28	215	0.35	0.23	0.46
28	1.25	lower_bay	113	0.35	0.33	0.38	215	0.57	0.37	0.78

Table 38: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	91	0.38	0.34	0.42	213	0.43	0.31	0.54
4	0.75	zigzag	98	0.32	0.29	0.36	215	0.34	0.20	0.48
4	0.75	lower_bay	82	0.53	0.50	0.55	210	0.30	0.21	0.38
4	1.00	patuxent	100	0.32	0.30	0.35	214	0.68	0.46	0.89
4	1.00	zigzag	100	0.36	0.33	0.39	215	0.65	0.40	0.89
4	1.00	lower_bay	78	0.45	0.41	0.48	208	0.41	0.30	0.51
4	1.25	patuxent	96	0.38	0.35	0.41	211	0.57	0.40	0.74
4	1.25	zigzag	94	0.31	0.28	0.34	215	0.47	0.28	0.65
4	1.25	lower_bay	67	0.52	0.48	0.55	211	0.41	0.31	0.52
8	0.75	patuxent	132	0.15	0.13	0.17	215	0.59	0.26	0.93
8	0.75	zigzag	160	0.16	0.14	0.18	215	0.23	0.12	0.34
8	0.75	lower_bay	129	0.25	0.22	0.27	215	0.29	0.14	0.44
8	1.00	patuxent	138	0.16	0.14	0.18	215	0.42	0.32	0.53
8	1.00	zigzag	153	0.16	0.14	0.18	215	0.21	0.15	0.27
8	1.00	lower_bay	119	0.26	0.23	0.28	215	0.39	0.20	0.59
8	1.25	patuxent	134	0.17	0.15	0.19	215	0.40	0.26	0.53
8	1.25	zigzag	152	0.17	0.14	0.19	215	0.29	0.15	0.42
8	1.25	lower_bay	126	0.30	0.27	0.33	215	0.29	0.14	0.45
12	0.75	patuxent	185	0.15	0.13	0.18	215	0.16	0.13	0.19
12	0.75	zigzag	176	0.16	0.14	0.19	215	0.15	0.12	0.18
12	0.75	lower_bay	161	0.21	0.19	0.23	215	0.14	0.11	0.17
12	1.00	patuxent	169	0.14	0.12	0.17	215	0.30	0.22	0.37
12	1.00	zigzag	182	0.16	0.14	0.19	215	0.14	0.11	0.18
12	1.00	lower_bay	158	0.18	0.16	0.20	215	0.24	0.18	0.29
12	1.25	patuxent	187	0.14	0.12	0.15	215	0.23	0.19	0.28
12	1.25	zigzag	177	0.14	0.12	0.17	215	0.15	0.12	0.18
12	1.25	lower_bay	159	0.19	0.17	0.22	215	0.19	0.14	0.23
28	0.75	patuxent	215	0.66	0.50	0.82	215	0.13	0.11	0.15
28	0.75	zigzag	208	0.47	0.32	0.61	215	0.07	0.06	0.08
28	0.75	lower_bay	204	0.29	0.23	0.36	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	patuxent	213	0.49	0.33	0.65	215	0.14	0.11	0.16
28	1.00	zigzag	208	0.45	0.31	0.58	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	lower_bay	207	0.26	0.20	0.32	215	0.08	0.07	0.10
28	1.25	patuxent	205	0.47	0.34	0.59	215	0.13	0.11	0.15
28	1.25	zigzag	208	0.42	0.30	0.55	215	0.07	0.05	0.08
28	1.25	lower_bay	204	0.33	0.24	0.42	215	0.11	0.08	0.15



Table 39: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	123	0.20	0.18	0.23	214	0.50	0.26	0.75
4	0.75	zigzag	141	0.21	0.19	0.24	215	0.20	0.14	0.27
4	0.75	lower_bay	124	0.33	0.30	0.36	215	0.38	0.24	0.52
4	1.00	patuxent	136	0.18	0.15	0.20	215	0.60	0.26	0.94
4	1.00	zigzag	154	0.22	0.20	0.25	215	0.22	0.14	0.30
4	1.00	lower_bay	122	0.28	0.25	0.31	215	0.43	0.30	0.55
4	1.25	patuxent	152	0.23	0.20	0.25	215	0.43	0.25	0.61
4	1.25	zigzag	160	0.21	0.18	0.23	215	0.28	0.20	0.36
4	1.25	lower_bay	106	0.31	0.28	0.34	215	0.31	0.18	0.43
8	0.75	patuxent	191	0.15	0.13	0.18	215	0.21	0.15	0.27
8	0.75	zigzag	195	0.19	0.15	0.22	215	0.15	0.11	0.18
8	0.75	lower_bay	166	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.09	0.16
8	1.00	patuxent	184	0.15	0.12	0.18	215	0.23	0.18	0.28
8	1.00	zigzag	191	0.20	0.16	0.24	215	0.14	0.11	0.17
8	1.00	lower_bay	176	0.14	0.12	0.16	215	0.14	0.10	0.18
8	1.25	patuxent	192	0.20	0.16	0.24	215	0.19	0.15	0.24
8	1.25	zigzag	194	0.18	0.15	0.21	215	0.12	0.09	0.16
8	1.25	lower_bay	181	0.15	0.13	0.17	215	0.13	0.09	0.16
12	0.75	patuxent	205	0.33	0.26	0.41	215	0.14	0.11	0.16
12	0.75	zigzag	209	0.42	0.33	0.52	215	0.08	0.07	0.10
12	0.75	lower_bay	197	0.20	0.16	0.24	215	0.11	0.09	0.13
12	1.00	patuxent	205	0.31	0.23	0.38	215	0.20	0.16	0.24
12	1.00	zigzag	206	0.33	0.24	0.42	215	0.11	0.09	0.12
12	1.00	lower_bay	197	0.16	0.13	0.19	215	0.13	0.09	0.17
12	1.25	patuxent	202	0.34	0.25	0.42	215	0.14	0.12	0.16
12	1.25	zigzag	205	0.39	0.30	0.48	215	0.10	0.08	0.11
12	1.25	lower_bay	200	0.21	0.17	0.25	215	0.10	0.08	0.12
28	0.75	patuxent	215	0.46	0.32	0.60	215	0.11	0.09	0.13
28	0.75	zigzag	214	0.32	0.15	0.50	215	0.06	0.05	0.07
28	0.75	lower_bay	215	0.31	0.19	0.43	215	0.05	0.04	0.06
28	1.00	patuxent	215	0.58	0.35	0.81	215	0.11	0.09	0.13
28	1.00	zigzag	214	0.31	0.15	0.48	215	0.05	0.05	0.06
28	1.00	lower_bay	215	0.28	0.16	0.39	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.40	0.24	0.56	215	0.10	0.09	0.12
28	1.25	zigzag	214	0.31	0.14	0.47	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	lower_bay	214	0.33	0.19	0.48	215	0.05	0.04	0.06

Table 40: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	28	0.72	0.68	0.76	156	0.23	0.21	0.26
4	0.75	zigzag	31	0.73	0.70	0.76	180	0.21	0.19	0.23
4	0.75	lower_bay	24	0.67	0.63	0.70	115	0.35	0.31	0.38
4	1.00	patuxent	30	0.70	0.66	0.73	172	0.23	0.20	0.25
4	1.00	zigzag	30	0.68	0.64	0.72	169	0.23	0.20	0.25
4	1.00	lower_bay	25	0.73	0.68	0.78	128	0.37	0.34	0.40
4	1.25	patuxent	24	0.68	0.64	0.71	149	0.25	0.23	0.28
4	1.25	zigzag	49	0.71	0.69	0.73	176	0.24	0.22	0.26
4	1.25	lower_bay	25	0.66	0.62	0.69	132	0.30	0.27	0.33
8	0.75	patuxent	62	0.61	0.57	0.65	195	0.24	0.21	0.28
8	0.75	zigzag	54	0.59	0.56	0.63	211	0.27	0.20	0.33
8	0.75	lower_bay	28	0.67	0.63	0.71	176	0.22	0.20	0.24
8	1.00	patuxent	73	0.57	0.53	0.61	203	0.23	0.20	0.26
8	1.00	zigzag	70	0.62	0.59	0.65	212	0.27	0.22	0.33
8	1.00	lower_bay	42	0.65	0.62	0.68	186	0.25	0.23	0.28
8	1.25	patuxent	52	0.63	0.58	0.67	182	0.25	0.21	0.28
8	1.25	zigzag	80	0.59	0.56	0.62	212	0.29	0.23	0.34
8	1.25	lower_bay	55	0.64	0.60	0.68	186	0.21	0.20	0.23
12	0.75	patuxent	91	0.51	0.48	0.54	213	0.30	0.23	0.37
12	0.75	zigzag	82	0.51	0.48	0.55	212	0.33	0.24	0.41
12	0.75	lower_bay	58	0.61	0.57	0.64	198	0.24	0.21	0.26
12	1.00	patuxent	93	0.49	0.46	0.52	212	0.31	0.25	0.37
12	1.00	zigzag	82	0.56	0.53	0.59	214	0.33	0.26	0.41
12	1.00	lower_bay	49	0.57	0.53	0.61	191	0.22	0.19	0.25
12	1.25	patuxent	83	0.52	0.49	0.55	209	0.36	0.27	0.44
12	1.25	zigzag	81	0.50	0.46	0.54	212	0.32	0.22	0.41
12	1.25	lower_bay	67	0.60	0.56	0.63	192	0.22	0.19	0.24
28	0.75	patuxent	144	0.25	0.22	0.27	215	0.22	0.14	0.30
28	0.75	zigzag	124	0.32	0.29	0.35	215	0.13	0.11	0.14
28	0.75	lower_bay	118	0.36	0.33	0.39	214	0.46	0.29	0.63
28	1.00	patuxent	126	0.29	0.26	0.31	214	0.20	0.15	0.25
28	1.00	zigzag	124	0.33	0.30	0.36	215	0.10	0.09	0.12
28	1.00	lower_bay	121	0.40	0.37	0.43	212	0.21	0.16	0.27
28	1.25	patuxent	157	0.24	0.22	0.27	215	0.20	0.14	0.27
28	1.25	zigzag	124	0.32	0.29	0.35	215	0.10	0.08	0.11
28	1.25	lower_bay	97	0.34	0.31	0.37	215	0.39	0.28	0.49

Table 41: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	122	0.37	0.34	0.40	213	0.22	0.15	0.29
4	0.75	zigzag	93	0.34	0.31	0.38	215	0.41	0.15	0.67
4	0.75	lower_bay	82	0.51	0.47	0.55	210	0.38	0.27	0.48
4	1.00	patuxent	104	0.38	0.35	0.41	214	0.22	0.16	0.27
4	1.00	zigzag	103	0.39	0.36	0.42	215	0.22	0.13	0.31
4	1.00	lower_bay	84	0.48	0.44	0.52	208	0.29	0.20	0.39
4	1.25	patuxent	107	0.35	0.32	0.37	215	0.39	0.26	0.51
4	1.25	zigzag	105	0.37	0.34	0.40	215	0.14	0.11	0.17
4	1.25	lower_bay	92	0.49	0.46	0.52	194	0.19	0.14	0.24
8	0.75	patuxent	163	0.18	0.16	0.21	215	0.10	0.08	0.12
8	0.75	zigzag	181	0.20	0.18	0.22	215	0.08	0.06	0.09
8	0.75	lower_bay	98	0.27	0.24	0.30	215	0.18	0.11	0.25
8	1.00	patuxent	160	0.20	0.18	0.23	215	0.15	0.11	0.19
8	1.00	zigzag	160	0.18	0.15	0.20	215	0.10	0.08	0.13
8	1.00	lower_bay	139	0.31	0.28	0.33	215	0.26	0.16	0.36
8	1.25	patuxent	152	0.15	0.13	0.18	215	0.18	0.10	0.26
8	1.25	zigzag	145	0.22	0.19	0.24	215	0.09	0.07	0.11
8	1.25	lower_bay	113	0.35	0.32	0.38	215	0.34	0.16	0.51
12	0.75	patuxent	189	0.15	0.14	0.17	215	0.09	0.07	0.10
12	0.75	zigzag	187	0.17	0.15	0.19	215	0.07	0.06	0.09
12	0.75	lower_bay	158	0.19	0.17	0.21	215	0.15	0.12	0.17
12	1.00	patuxent	183	0.15	0.13	0.17	215	0.10	0.08	0.11
12	1.00	zigzag	191	0.16	0.14	0.17	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	lower_bay	156	0.22	0.20	0.24	215	0.16	0.09	0.23
12	1.25	patuxent	186	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.07	0.11
12	1.25	zigzag	186	0.18	0.16	0.20	215	0.07	0.06	0.09
12	1.25	lower_bay	138	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.08	0.11
28	0.75	patuxent	214	0.20	0.15	0.25	215	0.04	0.03	0.05
28	0.75	zigzag	212	0.29	0.20	0.37	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	202	0.23	0.18	0.28	215	0.05	0.04	0.06
28	1.00	patuxent	214	0.21	0.16	0.26	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	212	0.29	0.20	0.37	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	204	0.38	0.28	0.47	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.29	0.16	0.42	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	212	0.28	0.19	0.36	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	196	0.22	0.17	0.27	215	0.04	0.03	0.04

Table 42: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	142	0.24	0.21	0.27	215	0.13	0.09	0.18
4	0.75	zigzag	153	0.21	0.18	0.23	215	0.14	0.07	0.20
4	0.75	lower_bay	110	0.29	0.26	0.32	214	0.19	0.13	0.26
4	1.00	patuxent	147	0.23	0.20	0.25	215	0.18	0.13	0.23
4	1.00	zigzag	156	0.21	0.19	0.24	215	0.13	0.09	0.18
4	1.00	lower_bay	108	0.30	0.27	0.33	215	0.15	0.11	0.19
4	1.25	patuxent	169	0.21	0.18	0.23	215	0.25	0.04	0.47
4	1.25	zigzag	152	0.21	0.18	0.23	215	0.10	0.07	0.13
4	1.25	lower_bay	129	0.34	0.31	0.37	215	0.19	0.14	0.25
8	0.75	patuxent	198	0.17	0.14	0.19	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	zigzag	185	0.19	0.16	0.23	215	0.06	0.05	0.08
8	0.75	lower_bay	182	0.18	0.16	0.20	215	0.09	0.06	0.11
8	1.00	patuxent	194	0.16	0.13	0.18	215	0.06	0.05	0.08
8	1.00	zigzag	197	0.19	0.16	0.22	215	0.06	0.04	0.07
8	1.00	lower_bay	179	0.18	0.16	0.21	215	0.09	0.07	0.11
8	1.25	patuxent	193	0.18	0.16	0.21	215	0.07	0.04	0.10
8	1.25	zigzag	194	0.20	0.17	0.23	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	lower_bay	180	0.16	0.14	0.18	215	0.13	0.09	0.17
12	0.75	patuxent	210	0.18	0.14	0.22	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	204	0.24	0.17	0.31	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	196	0.17	0.14	0.19	215	0.08	0.06	0.09
12	1.00	patuxent	212	0.26	0.20	0.32	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	zigzag	211	0.28	0.22	0.34	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	lower_bay	198	0.17	0.14	0.19	215	0.12	0.08	0.15
12	1.25	patuxent	209	0.22	0.16	0.28	215	0.05	0.03	0.06
12	1.25	zigzag	208	0.23	0.16	0.30	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	202	0.16	0.13	0.18	215	0.07	0.05	0.08
28	0.75	patuxent	215	0.16	0.10	0.22	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	zigzag	215	0.25	0.14	0.35	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.29	0.17	0.40	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.21	0.13	0.28	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.26	0.15	0.36	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	214	0.23	0.15	0.31	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.25	0.14	0.36	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	213	0.18	0.11	0.24	215	0.03	0.02	0.03

Table 43: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	57	0.26	0.23	0.29	212	0.44	0.28	0.61
4	0.75	zigzag	97	0.24	0.21	0.26	215	0.22	0.14	0.29
4	0.75	lower_bay	60	0.30	0.27	0.33	203	0.20	0.14	0.25
4	1.00	patuxent	80	0.26	0.23	0.28	212	0.25	0.13	0.37
4	1.00	zigzag	102	0.22	0.19	0.24	215	0.27	0.13	0.41
4	1.00	lower_bay	58	0.28	0.25	0.32	206	0.19	0.15	0.23
4	1.25	patuxent	81	0.25	0.23	0.28	215	0.48	0.27	0.70
4	1.25	zigzag	95	0.25	0.22	0.28	211	0.27	0.20	0.35
4	1.25	lower_bay	50	0.33	0.30	0.35	200	0.16	0.12	0.19
8	0.75	patuxent	138	0.22	0.19	0.24	215	0.24	0.12	0.36
8	0.75	zigzag	138	0.17	0.14	0.19	215	0.19	0.10	0.27
8	0.75	lower_bay	101	0.22	0.19	0.25	215	0.38	0.24	0.51
8	1.00	patuxent	122	0.18	0.16	0.20	215	0.19	0.15	0.23
8	1.00	zigzag	130	0.17	0.14	0.19	215	0.14	0.10	0.18
8	1.00	lower_bay	112	0.22	0.20	0.24	215	0.19	0.13	0.25
8	1.25	patuxent	132	0.17	0.15	0.19	215	0.23	0.16	0.29
8	1.25	zigzag	148	0.19	0.17	0.22	215	0.13	0.10	0.16
8	1.25	lower_bay	119	0.25	0.22	0.27	215	0.26	0.19	0.34
12	0.75	patuxent	164	0.18	0.15	0.21	215	0.12	0.09	0.14
12	0.75	zigzag	180	0.17	0.14	0.19	215	0.11	0.08	0.13
12	0.75	lower_bay	158	0.17	0.15	0.19	215	0.15	0.10	0.20
12	1.00	patuxent	184	0.18	0.15	0.22	215	0.16	0.12	0.20
12	1.00	zigzag	182	0.18	0.15	0.21	215	0.11	0.08	0.14
12	1.00	lower_bay	167	0.18	0.16	0.19	215	0.28	0.13	0.43
12	1.25	patuxent	173	0.14	0.12	0.16	215	0.20	0.14	0.26
12	1.25	zigzag	176	0.17	0.14	0.20	215	0.12	0.09	0.14
12	1.25	lower_bay	145	0.16	0.14	0.18	215	0.14	0.09	0.18
28	0.75	patuxent	213	0.29	0.22	0.36	215	0.08	0.07	0.10
28	0.75	zigzag	212	0.26	0.19	0.33	215	0.05	0.04	0.06
28	0.75	lower_bay	201	0.16	0.12	0.19	215	0.06	0.04	0.07
28	1.00	patuxent	211	0.24	0.17	0.30	215	0.08	0.06	0.09
28	1.00	zigzag	212	0.28	0.19	0.37	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	201	0.28	0.20	0.36	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	211	0.20	0.16	0.24	215	0.08	0.07	0.10
28	1.25	zigzag	212	0.27	0.19	0.35	215	0.04	0.03	0.05
28	1.25	lower_bay	194	0.14	0.10	0.17	215	0.05	0.04	0.06

Table 44: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	191	0.17	0.13	0.21	215	0.15	0.08	0.21
4	0.75	zigzag	204	0.17	0.13	0.21	215	0.08	0.06	0.10
4	0.75	lower_bay	176	0.13	0.11	0.15	215	0.11	0.08	0.14
4	1.00	patuxent	204	0.22	0.16	0.27	215	0.12	0.10	0.14
4	1.00	zigzag	201	0.14	0.11	0.18	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	lower_bay	184	0.22	0.12	0.32	215	0.12	0.09	0.16
4	1.25	patuxent	201	0.17	0.13	0.21	215	0.12	0.09	0.15
4	1.25	zigzag	207	0.19	0.15	0.23	215	0.07	0.05	0.09
4	1.25	lower_bay	175	0.20	0.16	0.24	215	0.09	0.07	0.12
8	0.75	patuxent	215	0.25	0.19	0.32	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	zigzag	213	0.18	0.13	0.24	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	lower_bay	210	0.43	0.27	0.59	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	patuxent	215	0.25	0.17	0.33	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	zigzag	215	0.22	0.13	0.31	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	203	0.19	0.13	0.25	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	patuxent	214	0.47	0.31	0.62	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	zigzag	214	0.21	0.15	0.28	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	lower_bay	203	0.24	0.12	0.36	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.26	0.16	0.36	215	0.06	0.05	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.23	0.14	0.32	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	214	0.16	0.11	0.20	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.30	0.20	0.40	215	0.06	0.05	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.23	0.13	0.34	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	lower_bay	213	0.22	0.16	0.27	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	patuxent	215	0.17	0.10	0.23	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.17	0.09	0.25	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	213	0.14	0.10	0.18	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.14	0.11	0.17	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.11	0.07	0.15	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.02	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.11	0.08	0.14	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.02	0.02	0.02

Table 45: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	204	0.18	0.11	0.26	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	zigzag	208	0.23	0.15	0.31	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	198	0.22	0.15	0.30	215	0.05	0.04	0.07
4	1.00	patuxent	210	0.40	0.24	0.55	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	zigzag	215	0.25	0.17	0.32	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	lower_bay	195	0.20	0.14	0.25	215	0.07	0.05	0.08
4	1.25	patuxent	211	0.24	0.13	0.34	215	0.08	0.06	0.09
4	1.25	zigzag	212	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	206	0.21	0.13	0.28	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	patuxent	215	0.25	0.16	0.35	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.17	0.11	0.24	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	214	0.21	0.10	0.32	215	0.04	0.03	0.05
8	1.00	patuxent	215	0.17	0.10	0.24	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.11	0.08	0.15	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.20	0.11	0.30	215	0.03	0.03	0.03
8	1.25	patuxent	215	0.16	0.12	0.21	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	zigzag	215	0.19	0.13	0.24	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	lower_bay	211	0.32	0.21	0.43	215	0.04	0.03	0.05
12	0.75	patuxent	215	0.13	0.10	0.17	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	zigzag	215	0.10	0.08	0.12	215	0.03	0.03	0.03
12	0.75	lower_bay	215	0.13	0.10	0.16	215	0.03	0.03	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.13	0.09	0.16	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.12	0.07	0.16	215	0.03	0.03	0.03
12	1.00	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.25	0.01	0.48	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	zigzag	215	0.11	0.07	0.15	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.15	0.09	0.21	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.10	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01

Table 46: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	114	0.23	0.21	0.25	213	0.15	0.11	0.19
4	0.75	zigzag	89	0.22	0.20	0.25	215	0.14	0.09	0.18
4	0.75	lower_bay	73	0.29	0.26	0.31	201	0.24	0.17	0.30
4	1.00	patuxent	82	0.26	0.23	0.29	212	0.16	0.12	0.20
4	1.00	zigzag	105	0.24	0.22	0.26	215	0.19	0.10	0.29
4	1.00	lower_bay	93	0.31	0.28	0.33	210	0.17	0.13	0.22
4	1.25	patuxent	90	0.24	0.21	0.27	215	0.16	0.10	0.22
4	1.25	zigzag	113	0.24	0.22	0.26	215	0.13	0.10	0.17
4	1.25	lower_bay	71	0.29	0.27	0.31	208	0.20	0.14	0.26
8	0.75	patuxent	145	0.17	0.15	0.19	215	0.15	0.09	0.20
8	0.75	zigzag	151	0.19	0.17	0.21	215	0.07	0.06	0.09
8	0.75	lower_bay	121	0.22	0.20	0.24	215	0.20	0.12	0.28
8	1.00	patuxent	151	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.05	0.20
8	1.00	zigzag	153	0.19	0.17	0.21	215	0.08	0.06	0.10
8	1.00	lower_bay	130	0.24	0.22	0.27	214	0.17	0.11	0.24
8	1.25	patuxent	143	0.19	0.17	0.21	215	0.11	0.09	0.13
8	1.25	zigzag	139	0.18	0.16	0.20	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	lower_bay	134	0.22	0.20	0.24	214	0.21	0.13	0.28
12	0.75	patuxent	176	0.16	0.14	0.18	215	0.21	0.09	0.33
12	0.75	zigzag	176	0.18	0.16	0.21	215	0.06	0.05	0.07
12	0.75	lower_bay	137	0.18	0.15	0.21	215	0.11	0.09	0.13
12	1.00	patuxent	180	0.16	0.14	0.18	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	zigzag	183	0.16	0.14	0.18	215	0.07	0.05	0.08
12	1.00	lower_bay	135	0.17	0.15	0.19	215	0.13	0.09	0.18
12	1.25	patuxent	174	0.15	0.13	0.17	215	0.08	0.06	0.10
12	1.25	zigzag	183	0.15	0.13	0.16	215	0.06	0.05	0.07
12	1.25	lower_bay	162	0.16	0.14	0.18	215	0.15	0.10	0.20
28	0.75	patuxent	213	0.15	0.11	0.19	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	211	0.16	0.13	0.19	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	202	0.13	0.11	0.16	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	209	0.17	0.12	0.23	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	zigzag	211	0.15	0.12	0.18	215	0.02	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	209	0.24	0.17	0.31	215	0.06	0.04	0.07
28	1.25	patuxent	210	0.16	0.10	0.21	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	211	0.15	0.12	0.17	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	198	0.14	0.10	0.18	215	0.04	0.03	0.05



Table 47: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	190	0.14	0.11	0.17	215	0.04	0.03	0.05
4	0.75	zigzag	195	0.16	0.13	0.20	215	0.03	0.02	0.04
4	0.75	lower_bay	198	0.16	0.14	0.18	215	0.06	0.04	0.08
4	1.00	patuxent	206	0.17	0.13	0.20	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	zigzag	204	0.18	0.15	0.22	215	0.03	0.03	0.04
4	1.00	lower_bay	180	0.18	0.11	0.24	215	0.05	0.04	0.06
4	1.25	patuxent	193	0.15	0.10	0.19	215	0.04	0.03	0.05
4	1.25	zigzag	205	0.16	0.12	0.19	215	0.03	0.03	0.04
4	1.25	lower_bay	184	0.13	0.11	0.15	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	patuxent	212	0.15	0.11	0.20	215	0.02	0.02	0.03
8	0.75	zigzag	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.02	0.03
8	0.75	lower_bay	213	0.19	0.12	0.26	215	0.03	0.02	0.03
8	1.00	patuxent	214	0.22	0.16	0.28	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	zigzag	215	0.12	0.08	0.15	215	0.02	0.02	0.02
8	1.00	lower_bay	214	0.16	0.12	0.21	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	patuxent	215	0.15	0.10	0.21	215	0.03	0.02	0.03
8	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.12	215	0.02	0.02	0.02
8	1.25	lower_bay	211	0.15	0.13	0.18	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.14	0.09	0.19	215	0.02	0.02	0.02
12	0.75	zigzag	215	0.12	0.02	0.23	215	0.02	0.01	0.02
12	0.75	lower_bay	214	0.14	0.10	0.19	215	0.02	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.02	0.01	0.02
12	1.00	lower_bay	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.14	0.09	0.19	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	zigzag	215	0.08	0.06	0.09	215	0.01	0.01	0.02
12	1.25	lower_bay	214	0.15	0.09	0.21	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.04	0.09	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.04	0.09	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.00	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.05	0.08	215	0.01	0.01	0.01

Table 48: RMSE for each design under the scenario of year 2017 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	213	0.15	0.10	0.19	215	0.02	0.02	0.02
4	0.75	zigzag	214	0.11	0.07	0.16	215	0.02	0.02	0.02
4	0.75	lower_bay	213	0.16	0.12	0.19	215	0.03	0.02	0.03
4	1.00	patuxent	215	0.19	0.12	0.26	215	0.02	0.02	0.03
4	1.00	zigzag	213	0.17	0.12	0.22	215	0.02	0.02	0.02
4	1.00	lower_bay	206	0.17	0.13	0.22	215	0.03	0.02	0.04
4	1.25	patuxent	215	0.24	0.16	0.33	215	0.03	0.02	0.03
4	1.25	zigzag	213	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.01	0.02
4	1.25	lower_bay	203	0.15	0.12	0.19	215	0.03	0.03	0.04
8	0.75	patuxent	215	0.25	0.02	0.48	215	0.02	0.01	0.02
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.05	0.08	215	0.01	0.01	0.01
8	0.75	lower_bay	215	0.09	0.06	0.13	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	patuxent	215	0.07	0.05	0.08	215	0.02	0.01	0.02
8	1.00	zigzag	215	0.10	0.05	0.14	215	0.01	0.01	0.01
8	1.00	lower_bay	215	0.11	0.08	0.14	215	0.02	0.01	0.02
8	1.25	patuxent	215	0.10	0.07	0.13	215	0.01	0.01	0.01
8	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.01	0.02
8	1.25	lower_bay	215	0.14	0.08	0.20	215	0.02	0.02	0.03
12	0.75	patuxent	215	0.05	0.03	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	lower_bay	215	0.07	0.05	0.08	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	patuxent	215	0.07	0.05	0.08	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	lower_bay	215	0.08	0.05	0.10	215	0.02	0.01	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	lower_bay	215	0.11	0.06	0.15	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.00	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.02	0.02	0.03	215	0.00	0.00	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.03	215	0.00	0.00	0.00
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.03	215	0.00	0.00	0.00
28	1.25	lower_bay	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.00	0.01

Table 49: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	38	0.62	0.58	0.67	186	0.24	0.21	0.28
4	0.75	zigzag	70	0.55	0.52	0.59	214	0.39	0.31	0.47
4	0.75	lower_bay	28	0.69	0.64	0.74	140	0.32	0.29	0.35
4	1.00	patuxent	43	0.58	0.55	0.62	181	0.35	0.27	0.43
4	1.00	zigzag	76	0.55	0.52	0.59	209	0.32	0.25	0.38
4	1.00	lower_bay	40	0.70	0.67	0.73	141	0.30	0.27	0.33
4	1.25	patuxent	52	0.59	0.56	0.62	191	0.32	0.26	0.38
4	1.25	zigzag	82	0.53	0.50	0.57	212	0.44	0.35	0.53
4	1.25	lower_bay	30	0.73	0.69	0.77	135	0.31	0.28	0.33
8	0.75	patuxent	90	0.44	0.40	0.47	208	0.37	0.27	0.46
8	0.75	zigzag	132	0.37	0.34	0.40	215	0.32	0.24	0.40
8	0.75	lower_bay	69	0.63	0.59	0.66	185	0.25	0.22	0.27
8	1.00	patuxent	82	0.42	0.38	0.45	214	0.68	0.52	0.84
8	1.00	zigzag	148	0.37	0.35	0.40	215	0.31	0.26	0.37
8	1.00	lower_bay	50	0.60	0.57	0.64	183	0.31	0.23	0.39
8	1.25	patuxent	73	0.42	0.38	0.46	212	0.48	0.37	0.58
8	1.25	zigzag	127	0.36	0.33	0.40	215	0.33	0.25	0.41
8	1.25	lower_bay	43	0.63	0.59	0.66	194	0.32	0.28	0.37
12	0.75	patuxent	140	0.33	0.30	0.36	215	0.41	0.33	0.49
12	0.75	zigzag	167	0.28	0.26	0.31	215	0.27	0.21	0.34
12	0.75	lower_bay	93	0.54	0.51	0.57	210	0.39	0.30	0.48
12	1.00	patuxent	127	0.31	0.28	0.33	213	0.37	0.29	0.46
12	1.00	zigzag	158	0.27	0.25	0.29	215	0.28	0.20	0.37
12	1.00	lower_bay	90	0.52	0.49	0.55	206	0.35	0.28	0.43
12	1.25	patuxent	108	0.31	0.28	0.34	215	0.66	0.44	0.89
12	1.25	zigzag	158	0.28	0.25	0.30	215	0.30	0.23	0.38
12	1.25	lower_bay	79	0.54	0.51	0.58	210	0.39	0.32	0.46
28	0.75	patuxent	179	0.26	0.23	0.30	215	0.29	0.24	0.33
28	0.75	zigzag	207	0.27	0.23	0.30	215	0.16	0.14	0.17
28	0.75	lower_bay	130	0.32	0.30	0.35	215	0.43	0.31	0.55
28	1.00	patuxent	174	0.21	0.19	0.24	215	0.23	0.19	0.28
28	1.00	zigzag	210	0.26	0.23	0.30	215	0.12	0.11	0.14
28	1.00	lower_bay	141	0.31	0.29	0.34	215	0.28	0.20	0.37
28	1.25	patuxent	188	0.19	0.16	0.22	215	0.22	0.17	0.26
28	1.25	zigzag	209	0.25	0.21	0.28	215	0.10	0.09	0.11
28	1.25	lower_bay	125	0.29	0.26	0.32	214	0.34	0.17	0.51

Table 50: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	150	0.24	0.22	0.26	215	0.59	0.26	0.92
4	0.75	zigzag	172	0.19	0.17	0.22	215	0.12	0.09	0.14
4	0.75	lower_bay	108	0.43	0.40	0.47	214	0.28	0.20	0.37
4	1.00	patuxent	116	0.20	0.18	0.22	215	0.31	0.22	0.39
4	1.00	zigzag	174	0.18	0.15	0.20	215	0.13	0.11	0.15
4	1.00	lower_bay	103	0.42	0.39	0.45	212	0.51	0.33	0.69
4	1.25	patuxent	143	0.21	0.19	0.24	215	0.30	0.19	0.41
4	1.25	zigzag	187	0.20	0.18	0.22	215	0.16	0.13	0.19
4	1.25	lower_bay	104	0.39	0.36	0.42	214	0.34	0.23	0.46
8	0.75	patuxent	191	0.24	0.21	0.28	215	0.27	0.16	0.38
8	0.75	zigzag	210	0.24	0.19	0.29	215	0.10	0.09	0.11
8	0.75	lower_bay	156	0.24	0.22	0.27	215	0.29	0.09	0.49
8	1.00	patuxent	197	0.23	0.19	0.27	215	0.14	0.12	0.15
8	1.00	zigzag	209	0.39	0.29	0.49	215	0.10	0.09	0.11
8	1.00	lower_bay	149	0.26	0.23	0.29	215	0.20	0.16	0.25
8	1.25	patuxent	191	0.23	0.19	0.27	215	0.22	0.17	0.28
8	1.25	zigzag	210	0.34	0.27	0.41	215	0.10	0.09	0.11
8	1.25	lower_bay	156	0.27	0.24	0.29	215	0.27	0.16	0.39
12	0.75	patuxent	208	0.32	0.23	0.41	215	0.14	0.12	0.16
12	0.75	zigzag	211	0.31	0.23	0.39	215	0.09	0.08	0.10
12	0.75	lower_bay	190	0.17	0.15	0.20	215	0.13	0.10	0.15
12	1.00	patuxent	205	0.32	0.25	0.40	215	0.14	0.12	0.17
12	1.00	zigzag	214	0.39	0.28	0.51	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	lower_bay	179	0.19	0.17	0.21	215	0.17	0.13	0.21
12	1.25	patuxent	208	0.45	0.33	0.56	215	0.15	0.13	0.18
12	1.25	zigzag	215	0.47	0.33	0.62	215	0.09	0.08	0.10
12	1.25	lower_bay	188	0.20	0.18	0.22	215	0.13	0.11	0.16
28	0.75	patuxent	215	0.22	0.17	0.28	215	0.10	0.08	0.12
28	0.75	zigzag	215	0.14	0.12	0.15	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	213	0.39	0.30	0.48	215	0.09	0.08	0.09
28	1.00	patuxent	211	0.26	0.19	0.32	215	0.10	0.09	0.11
28	1.00	zigzag	215	0.14	0.13	0.16	215	0.05	0.05	0.06
28	1.00	lower_bay	214	0.19	0.16	0.23	215	0.08	0.07	0.10
28	1.25	patuxent	215	0.37	0.16	0.57	215	0.07	0.06	0.08
28	1.25	zigzag	215	0.12	0.10	0.13	215	0.04	0.04	0.04
28	1.25	lower_bay	213	0.22	0.17	0.27	215	0.06	0.06	0.07

Table 51: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			n	rmse	50m			200m		
					lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	184	0.20	0.16	0.23	215	0.26	0.19	0.32
4	0.75	zigzag	206	0.28	0.21	0.35	215	0.10	0.09	0.12
4	0.75	lower_bay	141	0.24	0.22	0.27	215	0.24	0.15	0.32
4	1.00	patuxent	187	0.18	0.16	0.20	215	0.18	0.13	0.23
4	1.00	zigzag	206	0.38	0.29	0.48	215	0.11	0.10	0.12
4	1.00	lower_bay	120	0.22	0.20	0.25	215	0.36	0.26	0.45
4	1.25	patuxent	182	0.20	0.16	0.24	215	0.19	0.14	0.24
4	1.25	zigzag	209	0.26	0.21	0.31	215	0.09	0.08	0.11
4	1.25	lower_bay	151	0.24	0.21	0.26	215	0.24	0.15	0.34
8	0.75	patuxent	213	0.42	0.30	0.54	215	0.15	0.13	0.18
8	0.75	zigzag	215	0.29	0.16	0.42	215	0.08	0.07	0.08
8	0.75	lower_bay	194	0.19	0.16	0.21	215	0.15	0.10	0.21
8	1.00	patuxent	202	0.37	0.26	0.47	215	0.13	0.11	0.15
8	1.00	zigzag	215	0.28	0.11	0.45	215	0.07	0.07	0.08
8	1.00	lower_bay	195	0.17	0.15	0.20	215	0.11	0.10	0.13
8	1.25	patuxent	211	0.37	0.27	0.47	215	0.13	0.12	0.15
8	1.25	zigzag	214	0.27	0.19	0.36	215	0.09	0.08	0.09
8	1.25	lower_bay	192	0.26	0.21	0.30	215	0.20	0.15	0.26
12	0.75	patuxent	215	0.52	0.36	0.67	215	0.12	0.11	0.14
12	0.75	zigzag	215	0.24	0.15	0.32	215	0.07	0.06	0.07
12	0.75	lower_bay	208	0.29	0.23	0.34	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	patuxent	215	0.37	0.21	0.53	215	0.11	0.10	0.12
12	1.00	zigzag	215	0.17	0.12	0.21	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	lower_bay	211	0.27	0.20	0.33	215	0.10	0.09	0.11
12	1.25	patuxent	215	0.50	0.28	0.71	215	0.12	0.11	0.13
12	1.25	zigzag	215	0.25	0.18	0.32	215	0.07	0.06	0.07
12	1.25	lower_bay	208	0.22	0.18	0.26	215	0.11	0.09	0.13
28	0.75	patuxent	215	0.17	0.12	0.22	215	0.08	0.08	0.09
28	0.75	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	215	0.24	0.14	0.34	215	0.07	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.18	0.12	0.25	215	0.06	0.06	0.07
28	1.00	zigzag	215	0.07	0.07	0.08	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	215	0.21	0.14	0.28	215	0.05	0.05	0.05
28	1.25	patuxent	215	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.07	215	0.04	0.04	0.04
28	1.25	lower_bay	215	0.21	0.07	0.34	215	0.04	0.04	0.05

Table 52: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			n	rmse	50m			200m		
					lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	53	0.60	0.56	0.64	179	0.24	0.21	0.27
4	0.75	zigzag	79	0.59	0.55	0.63	210	0.48	0.33	0.63
4	0.75	lower_bay	35	0.72	0.69	0.76	124	0.24	0.22	0.27
4	1.00	patuxent	42	0.62	0.57	0.66	200	0.29	0.25	0.32
4	1.00	zigzag	65	0.54	0.51	0.58	209	0.45	0.33	0.57
4	1.00	lower_bay	27	0.70	0.67	0.74	138	0.29	0.26	0.32
4	1.25	patuxent	65	0.63	0.60	0.65	185	0.25	0.21	0.29
4	1.25	zigzag	78	0.57	0.53	0.60	214	0.34	0.27	0.41
4	1.25	lower_bay	16	0.71	0.68	0.75	145	0.31	0.28	0.33
8	0.75	patuxent	102	0.45	0.42	0.48	214	0.31	0.27	0.35
8	0.75	zigzag	120	0.37	0.33	0.40	214	0.40	0.17	0.62
8	0.75	lower_bay	57	0.59	0.55	0.62	188	0.24	0.21	0.27
8	1.00	patuxent	101	0.47	0.44	0.50	213	0.27	0.21	0.34
8	1.00	zigzag	132	0.32	0.29	0.34	213	0.26	0.19	0.32
8	1.00	lower_bay	56	0.61	0.57	0.65	200	0.24	0.22	0.27
8	1.25	patuxent	84	0.45	0.42	0.49	213	0.33	0.23	0.43
8	1.25	zigzag	123	0.31	0.28	0.34	215	0.43	0.24	0.62
8	1.25	lower_bay	54	0.64	0.61	0.68	188	0.27	0.23	0.30
12	0.75	patuxent	122	0.36	0.32	0.39	215	0.39	0.26	0.52
12	0.75	zigzag	134	0.25	0.23	0.27	215	0.26	0.21	0.31
12	0.75	lower_bay	53	0.53	0.49	0.56	196	0.31	0.25	0.37
12	1.00	patuxent	157	0.37	0.34	0.39	214	0.37	0.29	0.46
12	1.00	zigzag	141	0.25	0.23	0.27	215	0.26	0.22	0.30
12	1.00	lower_bay	64	0.54	0.51	0.58	205	0.36	0.29	0.42
12	1.25	patuxent	123	0.35	0.32	0.38	214	0.26	0.22	0.30
12	1.25	zigzag	152	0.26	0.24	0.28	215	0.22	0.19	0.26
12	1.25	lower_bay	64	0.54	0.51	0.58	207	0.28	0.23	0.33
28	0.75	patuxent	202	0.25	0.22	0.28	215	0.20	0.17	0.23
28	0.75	zigzag	206	0.28	0.23	0.32	215	0.15	0.13	0.17
28	0.75	lower_bay	142	0.33	0.30	0.36	215	0.36	0.27	0.45
28	1.00	patuxent	179	0.17	0.16	0.19	215	0.15	0.11	0.18
28	1.00	zigzag	202	0.22	0.18	0.25	215	0.11	0.09	0.12
28	1.00	lower_bay	143	0.29	0.26	0.31	215	0.35	0.19	0.51
28	1.25	patuxent	194	0.19	0.16	0.21	215	0.55	0.10	0.99
28	1.25	zigzag	205	0.21	0.18	0.24	215	0.09	0.08	0.11
28	1.25	lower_bay	137	0.28	0.25	0.32	215	0.35	0.22	0.48

Table 53: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	160	0.24	0.21	0.26	215	0.25	0.16	0.34
4	0.75	zigzag	180	0.15	0.13	0.17	215	0.13	0.10	0.15
4	0.75	lower_bay	87	0.43	0.39	0.46	214	0.41	0.31	0.52
4	1.00	patuxent	140	0.24	0.21	0.27	215	0.23	0.15	0.32
4	1.00	zigzag	177	0.16	0.14	0.18	215	0.10	0.08	0.11
4	1.00	lower_bay	85	0.43	0.38	0.48	213	0.23	0.16	0.30
4	1.25	patuxent	148	0.24	0.22	0.27	215	0.16	0.13	0.19
4	1.25	zigzag	177	0.17	0.15	0.19	215	0.12	0.10	0.13
4	1.25	lower_bay	95	0.41	0.38	0.45	214	0.27	0.18	0.37
8	0.75	patuxent	200	0.21	0.18	0.25	215	0.10	0.09	0.11
8	0.75	zigzag	210	0.26	0.21	0.32	215	0.09	0.08	0.10
8	0.75	lower_bay	148	0.23	0.20	0.26	215	0.43	0.14	0.71
8	1.00	patuxent	198	0.20	0.18	0.22	215	0.11	0.09	0.12
8	1.00	zigzag	206	0.27	0.20	0.34	215	0.08	0.07	0.09
8	1.00	lower_bay	150	0.25	0.22	0.27	215	0.22	0.12	0.33
8	1.25	patuxent	198	0.22	0.19	0.26	215	0.13	0.11	0.15
8	1.25	zigzag	209	0.27	0.20	0.33	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	lower_bay	146	0.23	0.21	0.26	215	0.29	0.17	0.42
12	0.75	patuxent	214	0.40	0.29	0.51	215	0.10	0.09	0.12
12	0.75	zigzag	214	0.35	0.23	0.47	215	0.07	0.06	0.07
12	0.75	lower_bay	167	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.12	0.17
12	1.00	patuxent	212	0.21	0.17	0.26	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	zigzag	214	0.35	0.24	0.46	215	0.08	0.07	0.08
12	1.00	lower_bay	191	0.19	0.17	0.21	215	0.20	0.10	0.30
12	1.25	patuxent	201	0.23	0.18	0.28	215	0.09	0.08	0.10
12	1.25	zigzag	215	0.37	0.25	0.48	215	0.08	0.07	0.08
12	1.25	lower_bay	180	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.12	0.16
28	0.75	patuxent	215	0.16	0.12	0.19	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	zigzag	215	0.21	0.15	0.27	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	209	0.44	0.30	0.59	215	0.08	0.07	0.10
28	1.00	patuxent	215	0.22	0.12	0.32	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.18	0.13	0.23	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	214	0.34	0.23	0.46	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.16	0.11	0.21	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.29	0.21	0.37	215	0.05	0.04	0.07

Table 54: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	193	0.21	0.18	0.24	215	0.10	0.08	0.11
4	0.75	zigzag	207	0.27	0.20	0.34	215	0.07	0.06	0.08
4	0.75	lower_bay	149	0.27	0.24	0.31	215	0.24	0.17	0.30
4	1.00	patuxent	186	0.20	0.17	0.23	215	0.17	0.13	0.21
4	1.00	zigzag	205	0.26	0.20	0.31	215	0.10	0.09	0.12
4	1.00	lower_bay	140	0.26	0.23	0.28	215	0.39	0.16	0.63
4	1.25	patuxent	187	0.17	0.14	0.20	215	0.13	0.08	0.19
4	1.25	zigzag	208	0.25	0.19	0.30	215	0.07	0.06	0.07
4	1.25	lower_bay	140	0.26	0.23	0.29	215	0.22	0.17	0.26
8	0.75	patuxent	214	0.32	0.24	0.41	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	zigzag	215	0.27	0.19	0.34	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	lower_bay	205	0.16	0.15	0.18	215	0.11	0.09	0.14
8	1.00	patuxent	212	0.29	0.22	0.37	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	zigzag	215	0.39	0.28	0.49	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	192	0.18	0.15	0.20	215	0.11	0.09	0.14
8	1.25	patuxent	212	0.28	0.19	0.38	215	0.08	0.07	0.09
8	1.25	zigzag	215	0.29	0.19	0.39	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	lower_bay	182	0.18	0.15	0.21	215	0.10	0.09	0.12
12	0.75	patuxent	215	0.28	0.20	0.36	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.23	0.14	0.32	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	lower_bay	209	0.30	0.23	0.37	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	patuxent	215	0.39	0.17	0.60	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.20	0.12	0.28	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	201	0.31	0.24	0.38	215	0.12	0.09	0.15
12	1.25	patuxent	215	0.30	0.20	0.41	215	0.07	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.20	0.13	0.26	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	lower_bay	205	0.21	0.17	0.26	215	0.09	0.08	0.11
28	0.75	patuxent	215	0.10	0.07	0.12	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.30	0.16	0.44	215	0.06	0.05	0.06
28	1.00	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.09	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.16	0.12	0.21	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.07	0.05	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.49	0.25	0.72	215	0.04	0.03	0.04



Table 55: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	139	0.19	0.17	0.22	215	0.32	0.17	0.48
4	0.75	zigzag	165	0.23	0.20	0.27	215	0.14	0.11	0.17
4	0.75	lower_bay	101	0.29	0.27	0.31	213	0.23	0.16	0.29
4	1.00	patuxent	144	0.23	0.21	0.25	215	0.27	0.17	0.36
4	1.00	zigzag	177	0.18	0.16	0.20	215	0.11	0.09	0.14
4	1.00	lower_bay	91	0.29	0.26	0.31	212	0.20	0.15	0.24
4	1.25	patuxent	150	0.22	0.20	0.24	215	0.44	0.23	0.65
4	1.25	zigzag	178	0.19	0.16	0.22	215	0.13	0.11	0.16
4	1.25	lower_bay	101	0.27	0.25	0.30	214	0.30	0.23	0.37
8	0.75	patuxent	203	0.24	0.19	0.28	215	0.20	0.15	0.25
8	0.75	zigzag	209	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.08	0.09
8	0.75	lower_bay	143	0.19	0.17	0.21	215	0.18	0.15	0.22
8	1.00	patuxent	183	0.18	0.16	0.20	215	0.14	0.11	0.18
8	1.00	zigzag	211	0.22	0.17	0.27	215	0.10	0.08	0.11
8	1.00	lower_bay	152	0.23	0.21	0.26	215	0.24	0.18	0.30
8	1.25	patuxent	184	0.21	0.17	0.24	215	0.14	0.11	0.17
8	1.25	zigzag	211	0.19	0.16	0.22	215	0.09	0.08	0.10
8	1.25	lower_bay	145	0.25	0.23	0.27	215	0.18	0.14	0.21
12	0.75	patuxent	186	0.19	0.15	0.23	215	0.10	0.09	0.12
12	0.75	zigzag	215	0.24	0.19	0.29	215	0.08	0.08	0.09
12	0.75	lower_bay	184	0.22	0.19	0.24	215	0.11	0.10	0.13
12	1.00	patuxent	207	0.20	0.15	0.25	215	0.11	0.09	0.12
12	1.00	zigzag	210	0.25	0.20	0.31	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	lower_bay	172	0.22	0.20	0.24	215	0.11	0.10	0.12
12	1.25	patuxent	200	0.23	0.18	0.28	215	0.14	0.12	0.16
12	1.25	zigzag	207	0.21	0.16	0.26	215	0.08	0.07	0.09
12	1.25	lower_bay	168	0.18	0.16	0.20	215	0.10	0.09	0.11
28	0.75	patuxent	215	0.15	0.13	0.18	215	0.07	0.07	0.08
28	0.75	zigzag	215	0.10	0.09	0.11	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	210	0.19	0.15	0.23	215	0.10	0.08	0.11
28	1.00	patuxent	215	0.25	0.14	0.36	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	209	0.17	0.12	0.21	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	patuxent	215	0.21	0.12	0.29	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	213	0.24	0.17	0.31	215	0.05	0.05	0.05

Table 56: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	212	0.19	0.14	0.24	215	0.09	0.07	0.10
4	0.75	zigzag	215	0.29	0.13	0.44	215	0.07	0.06	0.07
4	0.75	lower_bay	190	0.18	0.13	0.23	215	0.09	0.07	0.10
4	1.00	patuxent	214	0.23	0.16	0.29	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	zigzag	215	0.29	0.13	0.45	215	0.06	0.05	0.06
4	1.00	lower_bay	185	0.22	0.17	0.27	215	0.09	0.08	0.11
4	1.25	patuxent	213	0.27	0.20	0.35	215	0.08	0.07	0.09
4	1.25	zigzag	215	0.24	0.11	0.37	215	0.05	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	195	0.22	0.17	0.27	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	patuxent	215	0.18	0.12	0.24	215	0.07	0.06	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.05	0.05
8	0.75	lower_bay	211	0.17	0.14	0.21	215	0.06	0.05	0.07
8	1.00	patuxent	214	0.16	0.12	0.20	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	zigzag	215	0.12	0.09	0.14	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	211	0.18	0.12	0.25	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	patuxent	215	0.13	0.10	0.15	215	0.07	0.06	0.07
8	1.25	zigzag	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.05	0.05
8	1.25	lower_bay	215	0.39	0.21	0.56	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	patuxent	215	0.14	0.11	0.17	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.08	0.06	0.09	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	214	0.17	0.11	0.22	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	patuxent	215	0.14	0.11	0.17	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	215	0.22	0.10	0.34	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	patuxent	215	0.14	0.11	0.18	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.11	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.21	0.01	0.41	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.08	0.07	0.09	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03

Table 57: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.16	0.11	0.22	215	0.06	0.06	0.07
4	0.75	zigzag	215	0.14	0.09	0.18	215	0.06	0.05	0.06
4	0.75	lower_bay	211	0.17	0.13	0.21	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	patuxent	215	0.29	0.17	0.41	215	0.08	0.07	0.09
4	1.00	zigzag	215	0.10	0.08	0.11	215	0.05	0.05	0.06
4	1.00	lower_bay	206	0.24	0.18	0.30	215	0.08	0.07	0.09
4	1.25	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.07	0.07	0.08
4	1.25	zigzag	215	0.12	0.10	0.14	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	214	0.21	0.15	0.27	215	0.09	0.07	0.11
8	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.11	215	0.06	0.06	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.08	0.06	0.09	215	0.05	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.18	0.08	0.29	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	215	0.17	0.12	0.22	215	0.05	0.05	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.11	0.09	0.13	215	0.07	0.06	0.07
8	1.25	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	215	0.11	0.10	0.12	215	0.06	0.05	0.07
12	0.75	patuxent	215	0.09	0.08	0.10	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.05	0.05	0.05
12	0.75	lower_bay	215	0.12	0.05	0.19	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	lower_bay	215	0.16	0.12	0.20	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.04	0.05	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.04	0.04	215	0.02	0.02	0.03

Table 58: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	148	0.22	0.20	0.24	215	0.14	0.11	0.18
4	0.75	zigzag	153	0.18	0.15	0.20	215	0.10	0.08	0.12
4	0.75	lower_bay	83	0.26	0.24	0.29	212	0.18	0.14	0.22
4	1.00	patuxent	143	0.19	0.17	0.22	215	0.16	0.12	0.20
4	1.00	zigzag	168	0.18	0.16	0.19	215	0.10	0.08	0.13
4	1.00	lower_bay	97	0.29	0.27	0.31	214	0.19	0.13	0.25
4	1.25	patuxent	141	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.11	0.18
4	1.25	zigzag	158	0.19	0.16	0.21	215	0.09	0.08	0.11
4	1.25	lower_bay	93	0.25	0.23	0.28	211	0.24	0.14	0.33
8	0.75	patuxent	191	0.19	0.17	0.21	215	0.09	0.08	0.10
8	0.75	zigzag	206	0.21	0.17	0.26	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	149	0.23	0.20	0.25	215	0.13	0.09	0.18
8	1.00	patuxent	191	0.17	0.15	0.19	215	0.10	0.09	0.11
8	1.00	zigzag	206	0.20	0.16	0.23	215	0.08	0.07	0.09
8	1.00	lower_bay	141	0.23	0.20	0.27	215	0.13	0.10	0.16
8	1.25	patuxent	199	0.18	0.15	0.20	215	0.09	0.08	0.11
8	1.25	zigzag	205	0.19	0.14	0.23	215	0.07	0.06	0.07
8	1.25	lower_bay	128	0.20	0.18	0.22	215	0.20	0.13	0.27
12	0.75	patuxent	203	0.23	0.16	0.31	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	zigzag	214	0.23	0.15	0.31	215	0.07	0.07	0.08
12	0.75	lower_bay	163	0.18	0.15	0.22	215	0.12	0.10	0.15
12	1.00	patuxent	205	0.22	0.16	0.28	215	0.08	0.08	0.09
12	1.00	zigzag	209	0.28	0.19	0.37	215	0.07	0.07	0.08
12	1.00	lower_bay	184	0.16	0.15	0.18	215	0.11	0.09	0.13
12	1.25	patuxent	209	0.21	0.14	0.27	215	0.08	0.07	0.08
12	1.25	zigzag	214	0.17	0.14	0.19	215	0.07	0.06	0.07
12	1.25	lower_bay	174	0.20	0.17	0.22	215	0.10	0.09	0.11
28	0.75	patuxent	215	0.16	0.12	0.20	215	0.05	0.05	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.14	0.09	0.19	215	0.05	0.05	0.05
28	0.75	lower_bay	211	0.29	0.20	0.38	215	0.07	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.11	0.07	0.16	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	zigzag	215	0.12	0.09	0.15	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	207	0.17	0.13	0.21	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	patuxent	215	0.10	0.07	0.12	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	199	0.14	0.09	0.18	215	0.06	0.05	0.07

Table 59: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	214	0.15	0.10	0.19	215	0.05	0.05	0.06
4	0.75	zigzag	212	0.20	0.13	0.27	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	198	0.18	0.14	0.22	215	0.07	0.06	0.07
4	1.00	patuxent	213	0.14	0.11	0.16	215	0.06	0.06	0.07
4	1.00	zigzag	215	0.13	0.10	0.17	215	0.04	0.04	0.05
4	1.00	lower_bay	191	0.16	0.14	0.19	215	0.09	0.07	0.10
4	1.25	patuxent	200	0.27	0.18	0.37	215	0.06	0.05	0.06
4	1.25	zigzag	215	0.14	0.10	0.19	215	0.04	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	198	0.21	0.14	0.27	215	0.08	0.06	0.09
8	0.75	patuxent	215	0.16	0.09	0.24	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	zigzag	215	0.08	0.06	0.09	215	0.05	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.17	0.13	0.21	215	0.06	0.05	0.07
8	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.11	0.09	0.14	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	214	0.19	0.13	0.25	215	0.07	0.06	0.09
8	1.25	patuxent	215	0.17	0.08	0.27	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	lower_bay	205	0.29	0.17	0.40	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	patuxent	215	0.09	0.08	0.10	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.10	0.09	0.12	215	0.05	0.04	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.36	0.21	0.50	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.14	0.10	0.19	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.29	0.17	0.42	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.09	0.07	0.11	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.02	0.02

Table 60: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure both , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	zigzag	215	0.13	0.07	0.20	215	0.04	0.03	0.04
4	0.75	lower_bay	209	0.20	0.16	0.24	215	0.05	0.05	0.06
4	1.00	patuxent	215	0.12	0.09	0.16	215	0.05	0.04	0.05
4	1.00	zigzag	215	0.14	0.04	0.25	215	0.04	0.04	0.05
4	1.00	lower_bay	212	0.28	0.13	0.44	215	0.06	0.05	0.07
4	1.25	patuxent	215	0.18	0.07	0.28	215	0.05	0.04	0.06
4	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.04	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	213	0.22	0.15	0.30	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	patuxent	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.14	0.08	0.20	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	patuxent	215	0.12	0.09	0.14	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.21	0.11	0.32	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	lower_bay	215	0.17	0.12	0.23	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.10	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.01	0.02

Table 61: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	37	0.74	0.72	0.77	140	0.22	0.20	0.25
4	0.75	zigzag	33	0.76	0.74	0.79	148	0.22	0.19	0.26
4	0.75	lower_bay	16	0.72	0.68	0.76	119	0.32	0.29	0.34
4	1.00	patuxent	26	0.67	0.62	0.72	104	0.26	0.23	0.30
4	1.00	zigzag	31	0.75	0.72	0.77	162	0.21	0.18	0.23
4	1.00	lower_bay	25	0.77	0.74	0.80	111	0.34	0.30	0.37
4	1.25	patuxent	20	0.68	0.63	0.74	133	0.23	0.21	0.26
4	1.25	zigzag	32	0.71	0.68	0.75	162	0.20	0.19	0.22
4	1.25	lower_bay	25	0.78	0.76	0.80	103	0.33	0.30	0.36
8	0.75	patuxent	40	0.61	0.57	0.65	179	0.23	0.19	0.28
8	0.75	zigzag	60	0.57	0.54	0.60	200	0.31	0.25	0.36
8	0.75	lower_bay	48	0.63	0.59	0.68	164	0.24	0.21	0.28
8	1.00	patuxent	44	0.66	0.61	0.70	186	0.28	0.24	0.32
8	1.00	zigzag	42	0.59	0.55	0.63	197	0.36	0.28	0.44
8	1.00	lower_bay	20	0.66	0.60	0.72	162	0.20	0.17	0.22
8	1.25	patuxent	43	0.63	0.60	0.66	183	0.28	0.23	0.32
8	1.25	zigzag	59	0.57	0.54	0.60	203	0.37	0.29	0.45
8	1.25	lower_bay	26	0.69	0.65	0.73	166	0.22	0.20	0.24
12	0.75	patuxent	59	0.46	0.43	0.50	203	0.45	0.36	0.53
12	0.75	zigzag	86	0.49	0.45	0.52	215	0.42	0.32	0.53
12	0.75	lower_bay	78	0.61	0.58	0.64	192	0.25	0.22	0.28
12	1.00	patuxent	61	0.49	0.45	0.52	198	0.43	0.33	0.52
12	1.00	zigzag	63	0.51	0.48	0.54	211	0.60	0.42	0.77
12	1.00	lower_bay	64	0.59	0.56	0.62	195	0.29	0.25	0.34
12	1.25	patuxent	48	0.48	0.45	0.52	202	0.45	0.36	0.54
12	1.25	zigzag	58	0.51	0.47	0.55	208	0.74	0.51	0.97
12	1.25	lower_bay	60	0.56	0.53	0.60	191	0.21	0.18	0.24
28	0.75	patuxent	120	0.24	0.22	0.27	215	0.47	0.30	0.64
28	0.75	zigzag	146	0.24	0.22	0.26	215	0.45	0.29	0.61
28	0.75	lower_bay	105	0.41	0.37	0.45	214	0.50	0.35	0.65
28	1.00	patuxent	132	0.25	0.22	0.27	215	0.38	0.26	0.50
28	1.00	zigzag	146	0.23	0.21	0.25	215	0.34	0.25	0.43
28	1.00	lower_bay	112	0.34	0.31	0.37	214	0.35	0.24	0.45
28	1.25	patuxent	101	0.25	0.22	0.28	215	0.60	0.37	0.84
28	1.25	zigzag	147	0.23	0.20	0.25	215	0.34	0.23	0.45
28	1.25	lower_bay	129	0.34	0.32	0.37	214	0.36	0.25	0.48

Table 62: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	88	0.36	0.33	0.40	208	0.57	0.39	0.74
4	0.75	zigzag	98	0.39	0.36	0.43	215	0.35	0.25	0.46
4	0.75	lower_bay	69	0.53	0.50	0.56	200	0.28	0.21	0.36
4	1.00	patuxent	90	0.35	0.32	0.39	213	0.45	0.31	0.60
4	1.00	zigzag	107	0.39	0.35	0.42	215	0.50	0.31	0.69
4	1.00	lower_bay	66	0.51	0.47	0.54	211	0.28	0.20	0.36
4	1.25	patuxent	80	0.42	0.38	0.45	212	0.52	0.34	0.69
4	1.25	zigzag	104	0.41	0.38	0.44	215	0.31	0.19	0.43
4	1.25	lower_bay	80	0.44	0.40	0.48	203	0.25	0.18	0.32
8	0.75	patuxent	151	0.18	0.16	0.20	215	0.40	0.26	0.55
8	0.75	zigzag	149	0.19	0.16	0.21	215	0.25	0.16	0.34
8	0.75	lower_bay	150	0.29	0.27	0.32	215	0.25	0.12	0.39
8	1.00	patuxent	138	0.16	0.14	0.19	215	0.31	0.24	0.39
8	1.00	zigzag	141	0.18	0.16	0.21	215	0.24	0.14	0.34
8	1.00	lower_bay	136	0.24	0.21	0.26	215	0.30	0.17	0.43
8	1.25	patuxent	142	0.17	0.15	0.19	215	0.37	0.27	0.48
8	1.25	zigzag	162	0.17	0.14	0.19	215	0.23	0.19	0.28
8	1.25	lower_bay	130	0.28	0.25	0.31	213	0.25	0.15	0.35
12	0.75	patuxent	159	0.14	0.12	0.17	215	0.27	0.20	0.35
12	0.75	zigzag	173	0.17	0.15	0.20	215	0.16	0.12	0.20
12	0.75	lower_bay	156	0.19	0.17	0.22	215	0.18	0.13	0.23
12	1.00	patuxent	171	0.16	0.14	0.18	215	0.45	0.25	0.65
12	1.00	zigzag	176	0.17	0.15	0.19	215	0.19	0.13	0.24
12	1.00	lower_bay	141	0.20	0.17	0.22	215	0.22	0.16	0.29
12	1.25	patuxent	174	0.14	0.12	0.16	215	0.21	0.16	0.25
12	1.25	zigzag	176	0.19	0.16	0.21	215	0.13	0.11	0.16
12	1.25	lower_bay	150	0.17	0.15	0.19	215	0.14	0.11	0.17
28	0.75	patuxent	210	0.46	0.32	0.60	215	0.19	0.10	0.29
28	0.75	zigzag	215	0.52	0.34	0.70	215	0.09	0.08	0.11
28	0.75	lower_bay	206	0.25	0.19	0.30	215	0.10	0.08	0.12
28	1.00	patuxent	213	0.56	0.40	0.72	215	0.14	0.12	0.17
28	1.00	zigzag	213	0.48	0.32	0.65	215	0.09	0.07	0.11
28	1.00	lower_bay	206	0.24	0.18	0.30	215	0.07	0.06	0.08
28	1.25	patuxent	212	0.53	0.38	0.67	215	0.12	0.10	0.14
28	1.25	zigzag	215	0.50	0.36	0.64	215	0.08	0.07	0.09
28	1.25	lower_bay	211	0.22	0.17	0.26	215	0.06	0.05	0.07



Table 63: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	138	0.18	0.15	0.20	215	0.32	0.23	0.41
4	0.75	zigzag	140	0.19	0.17	0.22	215	0.22	0.13	0.31
4	0.75	lower_bay	118	0.34	0.31	0.37	215	0.60	0.30	0.91
4	1.00	patuxent	130	0.22	0.19	0.24	215	0.65	0.41	0.89
4	1.00	zigzag	136	0.17	0.15	0.20	215	0.28	0.17	0.39
4	1.00	lower_bay	126	0.32	0.28	0.35	214	0.33	0.21	0.45
4	1.25	patuxent	119	0.18	0.15	0.20	215	0.29	0.15	0.43
4	1.25	zigzag	132	0.22	0.20	0.24	215	0.67	0.36	0.98
4	1.25	lower_bay	112	0.40	0.36	0.43	215	0.30	0.15	0.46
8	0.75	patuxent	185	0.20	0.16	0.23	215	0.38	0.03	0.74
8	0.75	zigzag	190	0.16	0.13	0.19	215	0.18	0.12	0.24
8	0.75	lower_bay	165	0.16	0.14	0.18	215	0.14	0.10	0.17
8	1.00	patuxent	183	0.17	0.14	0.19	215	0.19	0.14	0.24
8	1.00	zigzag	202	0.15	0.13	0.18	215	0.13	0.10	0.15
8	1.00	lower_bay	187	0.16	0.15	0.18	215	0.16	0.13	0.19
8	1.25	patuxent	193	0.23	0.17	0.28	215	0.27	0.19	0.35
8	1.25	zigzag	201	0.23	0.19	0.28	215	0.12	0.08	0.16
8	1.25	lower_bay	175	0.18	0.16	0.20	215	0.19	0.12	0.26
12	0.75	patuxent	194	0.37	0.27	0.47	215	0.16	0.13	0.19
12	0.75	zigzag	205	0.32	0.23	0.41	215	0.09	0.07	0.10
12	0.75	lower_bay	189	0.18	0.15	0.21	215	0.08	0.06	0.10
12	1.00	patuxent	209	0.27	0.21	0.34	215	0.25	0.21	0.29
12	1.00	zigzag	213	0.34	0.26	0.43	215	0.10	0.09	0.12
12	1.00	lower_bay	201	0.17	0.14	0.19	215	0.10	0.07	0.13
12	1.25	patuxent	208	0.36	0.27	0.46	215	0.19	0.16	0.23
12	1.25	zigzag	206	0.29	0.21	0.36	215	0.09	0.08	0.11
12	1.25	lower_bay	193	0.17	0.15	0.20	215	0.09	0.07	0.11
28	0.75	patuxent	215	0.49	0.29	0.69	215	0.12	0.10	0.14
28	0.75	zigzag	215	0.31	0.20	0.43	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	215	0.25	0.15	0.36	215	0.05	0.04	0.06
28	1.00	patuxent	215	0.41	0.30	0.53	215	0.10	0.09	0.11
28	1.00	zigzag	215	0.25	0.16	0.33	215	0.05	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	215	0.24	0.14	0.35	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.46	0.30	0.61	215	0.09	0.08	0.10
28	1.25	zigzag	215	0.31	0.15	0.48	215	0.05	0.04	0.05
28	1.25	lower_bay	215	0.43	0.25	0.62	215	0.04	0.04	0.05

Table 64: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	44	0.71	0.68	0.74	150	0.25	0.22	0.28
4	0.75	zigzag	43	0.71	0.68	0.75	179	0.22	0.20	0.24
4	0.75	lower_bay	24	0.77	0.74	0.80	118	0.34	0.32	0.37
4	1.00	patuxent	20	0.71	0.67	0.74	152	0.28	0.25	0.30
4	1.00	zigzag	33	0.69	0.66	0.73	178	0.24	0.21	0.26
4	1.00	lower_bay	21	0.77	0.74	0.80	102	0.37	0.34	0.40
4	1.25	patuxent	29	0.71	0.67	0.75	156	0.26	0.24	0.29
4	1.25	zigzag	24	0.62	0.56	0.68	167	0.25	0.22	0.28
4	1.25	lower_bay	16	0.69	0.66	0.72	118	0.34	0.31	0.37
8	0.75	patuxent	61	0.62	0.58	0.66	186	0.24	0.21	0.28
8	0.75	zigzag	64	0.61	0.57	0.64	201	0.30	0.26	0.35
8	0.75	lower_bay	34	0.67	0.65	0.70	176	0.24	0.20	0.27
8	1.00	patuxent	54	0.62	0.59	0.65	195	0.30	0.26	0.34
8	1.00	zigzag	57	0.62	0.58	0.66	204	0.31	0.26	0.36
8	1.00	lower_bay	41	0.68	0.65	0.71	182	0.22	0.20	0.24
8	1.25	patuxent	59	0.54	0.51	0.58	196	0.25	0.21	0.29
8	1.25	zigzag	58	0.57	0.54	0.61	206	0.28	0.20	0.36
8	1.25	lower_bay	43	0.64	0.60	0.69	176	0.24	0.22	0.27
12	0.75	patuxent	77	0.50	0.46	0.54	211	0.33	0.25	0.41
12	0.75	zigzag	90	0.53	0.50	0.55	214	0.45	0.33	0.57
12	0.75	lower_bay	57	0.56	0.53	0.60	203	0.24	0.21	0.27
12	1.00	patuxent	81	0.50	0.47	0.54	209	0.33	0.25	0.40
12	1.00	zigzag	93	0.54	0.51	0.57	214	0.25	0.21	0.30
12	1.00	lower_bay	50	0.59	0.55	0.63	189	0.26	0.22	0.30
12	1.25	patuxent	63	0.50	0.46	0.53	211	0.37	0.30	0.45
12	1.25	zigzag	101	0.52	0.49	0.54	212	0.36	0.26	0.46
12	1.25	lower_bay	40	0.57	0.54	0.61	203	0.23	0.21	0.25
28	0.75	patuxent	126	0.28	0.25	0.30	215	0.26	0.19	0.34
28	0.75	zigzag	160	0.29	0.26	0.31	215	0.16	0.13	0.19
28	0.75	lower_bay	110	0.34	0.31	0.37	215	0.29	0.22	0.36
28	1.00	patuxent	143	0.24	0.22	0.27	215	0.27	0.19	0.34
28	1.00	zigzag	159	0.27	0.24	0.29	215	0.15	0.11	0.19
28	1.00	lower_bay	108	0.38	0.34	0.41	214	0.38	0.25	0.51
28	1.25	patuxent	141	0.24	0.21	0.27	215	0.16	0.11	0.21
28	1.25	zigzag	157	0.27	0.24	0.29	215	0.14	0.10	0.17
28	1.25	lower_bay	99	0.37	0.35	0.40	215	0.35	0.21	0.50

Table 65: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	101	0.38	0.34	0.42	215	0.21	0.12	0.31
4	0.75	zigzag	111	0.33	0.30	0.36	215	0.33	0.19	0.47
4	0.75	lower_bay	82	0.50	0.47	0.53	209	0.24	0.18	0.30
4	1.00	patuxent	110	0.38	0.35	0.41	215	0.30	0.16	0.43
4	1.00	zigzag	100	0.38	0.34	0.41	215	0.16	0.12	0.19
4	1.00	lower_bay	97	0.50	0.46	0.53	212	0.29	0.23	0.36
4	1.25	patuxent	115	0.42	0.39	0.45	214	0.30	0.20	0.41
4	1.25	zigzag	126	0.36	0.33	0.39	215	0.18	0.13	0.24
4	1.25	lower_bay	86	0.50	0.46	0.53	210	0.29	0.22	0.36
8	0.75	patuxent	159	0.16	0.14	0.18	215	0.13	0.10	0.15
8	0.75	zigzag	164	0.20	0.17	0.22	215	0.13	0.08	0.19
8	0.75	lower_bay	143	0.28	0.26	0.31	215	0.17	0.13	0.22
8	1.00	patuxent	168	0.21	0.18	0.23	215	0.19	0.10	0.28
8	1.00	zigzag	169	0.15	0.13	0.17	215	0.12	0.08	0.16
8	1.00	lower_bay	138	0.26	0.23	0.29	215	0.22	0.16	0.28
8	1.25	patuxent	158	0.18	0.16	0.21	215	0.18	0.12	0.23
8	1.25	zigzag	163	0.20	0.17	0.22	215	0.46	0.13	0.80
8	1.25	lower_bay	138	0.28	0.26	0.30	215	0.42	0.20	0.65
12	0.75	patuxent	190	0.18	0.16	0.21	215	0.12	0.09	0.15
12	0.75	zigzag	186	0.17	0.15	0.19	215	0.07	0.06	0.09
12	0.75	lower_bay	155	0.20	0.18	0.22	215	0.11	0.08	0.14
12	1.00	patuxent	182	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.08	0.18
12	1.00	zigzag	187	0.17	0.15	0.19	215	0.08	0.07	0.10
12	1.00	lower_bay	168	0.19	0.17	0.22	215	0.17	0.12	0.22
12	1.25	patuxent	176	0.18	0.15	0.21	215	0.10	0.07	0.12
12	1.25	zigzag	183	0.19	0.16	0.21	215	0.08	0.06	0.09
12	1.25	lower_bay	167	0.19	0.17	0.21	215	0.12	0.10	0.15
28	0.75	patuxent	213	0.27	0.18	0.36	215	0.05	0.04	0.06
28	0.75	zigzag	212	0.35	0.24	0.47	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	lower_bay	209	0.22	0.18	0.27	215	0.07	0.05	0.08
28	1.00	patuxent	213	0.30	0.19	0.40	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.25	0.18	0.32	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	210	0.29	0.23	0.35	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	patuxent	213	0.20	0.13	0.27	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.26	0.18	0.35	215	0.03	0.02	0.04
28	1.25	lower_bay	209	0.20	0.15	0.25	215	0.06	0.04	0.07

Table 66: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	154	0.21	0.19	0.24	215	0.14	0.08	0.20
4	0.75	zigzag	150	0.23	0.20	0.25	215	0.19	0.11	0.27
4	0.75	lower_bay	109	0.30	0.27	0.33	215	0.21	0.06	0.35
4	1.00	patuxent	162	0.20	0.18	0.22	215	0.14	0.08	0.19
4	1.00	zigzag	155	0.18	0.15	0.20	215	0.07	0.06	0.09
4	1.00	lower_bay	109	0.29	0.26	0.32	215	0.23	0.15	0.30
4	1.25	patuxent	166	0.21	0.18	0.24	215	0.13	0.09	0.17
4	1.25	zigzag	158	0.20	0.18	0.23	215	0.07	0.06	0.09
4	1.25	lower_bay	114	0.32	0.29	0.35	215	0.45	0.29	0.61
8	0.75	patuxent	198	0.17	0.14	0.19	215	0.07	0.06	0.09
8	0.75	zigzag	201	0.16	0.14	0.19	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	lower_bay	167	0.17	0.15	0.20	215	0.11	0.08	0.13
8	1.00	patuxent	195	0.18	0.16	0.21	215	0.08	0.07	0.10
8	1.00	zigzag	197	0.21	0.16	0.25	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	lower_bay	164	0.17	0.15	0.19	215	0.14	0.11	0.16
8	1.25	patuxent	201	0.18	0.15	0.21	215	0.07	0.06	0.09
8	1.25	zigzag	200	0.17	0.14	0.20	215	0.06	0.04	0.07
8	1.25	lower_bay	172	0.16	0.14	0.17	215	0.13	0.09	0.16
12	0.75	patuxent	210	0.24	0.18	0.30	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	213	0.23	0.17	0.29	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	199	0.19	0.16	0.22	215	0.08	0.06	0.09
12	1.00	patuxent	212	0.27	0.20	0.33	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	zigzag	207	0.32	0.24	0.41	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	192	0.18	0.14	0.21	215	0.08	0.06	0.10
12	1.25	patuxent	208	0.16	0.12	0.20	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	zigzag	207	0.31	0.23	0.38	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	204	0.15	0.12	0.18	215	0.10	0.08	0.12
28	0.75	patuxent	215	0.22	0.16	0.29	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.19	0.13	0.25	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	lower_bay	214	0.33	0.20	0.45	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.21	0.12	0.29	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.23	0.13	0.33	215	0.02	0.01	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.24	0.15	0.32	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.10	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.19	0.12	0.25	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	213	0.41	0.24	0.57	215	0.03	0.03	0.04

Table 67: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	82	0.24	0.21	0.27	215	0.39	0.23	0.54
4	0.75	zigzag	82	0.22	0.19	0.25	215	0.26	0.19	0.33
4	0.75	lower_bay	85	0.28	0.25	0.31	201	0.25	0.18	0.33
4	1.00	patuxent	77	0.24	0.21	0.27	209	0.31	0.20	0.42
4	1.00	zigzag	92	0.26	0.23	0.29	215	0.28	0.15	0.41
4	1.00	lower_bay	60	0.31	0.28	0.34	206	0.22	0.13	0.30
4	1.25	patuxent	90	0.22	0.20	0.25	210	0.27	0.19	0.35
4	1.25	zigzag	85	0.24	0.22	0.27	215	0.27	0.17	0.37
4	1.25	lower_bay	62	0.28	0.25	0.30	205	0.19	0.15	0.23
8	0.75	patuxent	143	0.18	0.16	0.20	215	0.17	0.12	0.21
8	0.75	zigzag	138	0.19	0.17	0.21	215	0.19	0.12	0.27
8	0.75	lower_bay	122	0.21	0.19	0.23	214	0.20	0.13	0.27
8	1.00	patuxent	139	0.18	0.16	0.20	215	0.19	0.14	0.23
8	1.00	zigzag	138	0.20	0.18	0.22	215	0.15	0.11	0.20
8	1.00	lower_bay	99	0.26	0.23	0.28	214	0.16	0.11	0.21
8	1.25	patuxent	134	0.19	0.17	0.22	215	0.31	0.20	0.41
8	1.25	zigzag	142	0.16	0.14	0.18	215	0.11	0.08	0.15
8	1.25	lower_bay	111	0.25	0.23	0.27	214	0.21	0.16	0.27
12	0.75	patuxent	171	0.16	0.13	0.19	215	0.16	0.12	0.20
12	0.75	zigzag	178	0.15	0.12	0.17	215	0.10	0.08	0.13
12	0.75	lower_bay	138	0.20	0.18	0.22	215	0.12	0.09	0.14
12	1.00	patuxent	146	0.16	0.14	0.19	215	0.12	0.09	0.14
12	1.00	zigzag	176	0.19	0.15	0.22	215	0.11	0.09	0.13
12	1.00	lower_bay	161	0.20	0.18	0.22	215	0.14	0.09	0.19
12	1.25	patuxent	158	0.16	0.13	0.18	215	0.20	0.15	0.26
12	1.25	zigzag	167	0.15	0.12	0.18	215	0.11	0.09	0.13
12	1.25	lower_bay	157	0.21	0.19	0.22	215	0.18	0.11	0.24
28	0.75	patuxent	210	0.25	0.15	0.35	215	0.08	0.07	0.10
28	0.75	zigzag	209	0.27	0.19	0.35	215	0.07	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	203	0.17	0.13	0.21	215	0.06	0.05	0.07
28	1.00	patuxent	207	0.21	0.16	0.25	215	0.10	0.07	0.12
28	1.00	zigzag	210	0.29	0.19	0.39	215	0.05	0.04	0.05
28	1.00	lower_bay	206	0.26	0.19	0.32	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	209	0.22	0.15	0.29	215	0.08	0.06	0.09
28	1.25	zigzag	210	0.29	0.19	0.39	215	0.05	0.04	0.05
28	1.25	lower_bay	201	0.16	0.13	0.18	215	0.06	0.05	0.07

Table 68: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	197	0.22	0.17	0.27	215	0.12	0.09	0.15
4	0.75	zigzag	199	0.19	0.10	0.28	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	185	0.16	0.14	0.18	215	0.06	0.05	0.07
4	1.00	patuxent	198	0.15	0.10	0.21	215	0.09	0.07	0.11
4	1.00	zigzag	200	0.14	0.11	0.17	215	0.05	0.04	0.07
4	1.00	lower_bay	173	0.15	0.12	0.17	215	0.12	0.07	0.16
4	1.25	patuxent	192	0.13	0.11	0.16	215	0.11	0.08	0.13
4	1.25	zigzag	196	0.13	0.11	0.15	215	0.06	0.05	0.07
4	1.25	lower_bay	170	0.16	0.14	0.19	215	0.09	0.06	0.12
8	0.75	patuxent	213	0.36	0.24	0.48	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	zigzag	214	0.21	0.14	0.28	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	210	0.14	0.11	0.17	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	patuxent	213	0.38	0.24	0.51	215	0.06	0.05	0.08
8	1.00	zigzag	214	0.17	0.14	0.21	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	204	0.21	0.16	0.25	215	0.05	0.04	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.26	0.18	0.34	215	0.09	0.07	0.11
8	1.25	zigzag	207	0.25	0.17	0.33	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	206	0.15	0.11	0.19	215	0.05	0.04	0.06
12	0.75	patuxent	215	0.32	0.19	0.45	215	0.06	0.05	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.37	0.19	0.54	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	212	0.21	0.14	0.28	215	0.04	0.03	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.25	0.14	0.36	215	0.06	0.05	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.14	0.10	0.18	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	patuxent	215	0.36	0.13	0.58	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.20	0.13	0.27	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.16	0.12	0.20	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.10	0.07	0.12	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.07	0.05	0.09	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.13	0.04	0.21	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.10	0.06	0.13	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.07	0.05	0.09	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.08	0.06	0.11	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.09	0.06	0.13	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.06	0.04	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.02	0.02	0.02

Table 69: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	213	0.32	0.20	0.44	215	0.07	0.05	0.08
4	0.75	zigzag	214	0.19	0.14	0.24	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	198	0.20	0.14	0.26	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	patuxent	212	0.36	0.23	0.50	215	0.08	0.06	0.09
4	1.00	zigzag	215	0.18	0.11	0.25	215	0.04	0.03	0.05
4	1.00	lower_bay	197	0.13	0.11	0.15	215	0.05	0.03	0.06
4	1.25	patuxent	212	0.24	0.15	0.33	215	0.07	0.06	0.08
4	1.25	zigzag	211	0.18	0.11	0.24	215	0.06	0.05	0.07
4	1.25	lower_bay	209	0.15	0.11	0.18	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	patuxent	215	0.30	0.19	0.40	215	0.06	0.05	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.10	0.06	0.15	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.19	0.14	0.25	215	0.03	0.02	0.03
8	1.00	patuxent	215	0.14	0.11	0.18	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.33	0.19	0.46	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	patuxent	215	0.23	0.17	0.29	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	zigzag	215	0.08	0.06	0.10	215	0.03	0.03	0.03
8	1.25	lower_bay	213	0.13	0.08	0.18	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.20	0.13	0.27	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.08	0.05	0.11	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.10	0.08	0.13	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.10	215	0.03	0.03	0.03
12	1.00	lower_bay	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.02	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.10	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	zigzag	215	0.08	0.05	0.11	215	0.03	0.03	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.08	0.06	0.10	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.07	0.05	0.08	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.01	0.02

Table 70: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	128	0.26	0.24	0.28	214	0.18	0.11	0.26
4	0.75	zigzag	103	0.26	0.24	0.28	215	0.13	0.10	0.17
4	0.75	lower_bay	71	0.27	0.24	0.30	208	0.18	0.14	0.22
4	1.00	patuxent	98	0.23	0.21	0.26	215	0.15	0.12	0.19
4	1.00	zigzag	113	0.26	0.23	0.28	214	0.25	0.13	0.37
4	1.00	lower_bay	92	0.31	0.29	0.33	207	0.20	0.15	0.26
4	1.25	patuxent	93	0.27	0.25	0.29	215	0.24	0.16	0.32
4	1.25	zigzag	97	0.24	0.22	0.27	215	0.20	0.11	0.29
4	1.25	lower_bay	63	0.25	0.21	0.28	212	0.16	0.13	0.19
8	0.75	patuxent	151	0.17	0.15	0.19	215	0.09	0.07	0.12
8	0.75	zigzag	159	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.07	0.11
8	0.75	lower_bay	123	0.22	0.20	0.25	215	0.16	0.10	0.22
8	1.00	patuxent	138	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.07	0.21
8	1.00	zigzag	158	0.21	0.19	0.24	215	0.10	0.08	0.13
8	1.00	lower_bay	120	0.22	0.20	0.24	214	0.20	0.11	0.28
8	1.25	patuxent	140	0.18	0.16	0.20	215	0.09	0.08	0.11
8	1.25	zigzag	170	0.17	0.15	0.19	215	0.11	0.07	0.14
8	1.25	lower_bay	106	0.21	0.18	0.23	215	0.15	0.10	0.20
12	0.75	patuxent	181	0.16	0.14	0.18	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	zigzag	181	0.19	0.16	0.22	215	0.08	0.07	0.09
12	0.75	lower_bay	154	0.20	0.18	0.22	215	0.11	0.08	0.14
12	1.00	patuxent	173	0.16	0.14	0.19	215	0.08	0.05	0.11
12	1.00	zigzag	187	0.16	0.14	0.18	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	lower_bay	157	0.18	0.16	0.20	215	0.08	0.07	0.09
12	1.25	patuxent	168	0.15	0.12	0.19	215	0.07	0.06	0.09
12	1.25	zigzag	174	0.16	0.14	0.18	215	0.06	0.05	0.07
12	1.25	lower_bay	153	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.07	0.19
28	0.75	patuxent	211	0.27	0.17	0.37	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	208	0.19	0.14	0.24	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	200	0.17	0.14	0.21	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	214	0.15	0.10	0.19	215	0.04	0.03	0.05
28	1.00	zigzag	209	0.22	0.16	0.28	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	205	0.15	0.12	0.17	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	213	0.14	0.10	0.17	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	210	0.21	0.15	0.28	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	210	0.13	0.10	0.16	215	0.06	0.04	0.07



Table 71: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	198	0.15	0.12	0.18	215	0.06	0.04	0.08
4	0.75	zigzag	207	0.12	0.10	0.14	215	0.03	0.03	0.04
4	0.75	lower_bay	189	0.12	0.10	0.13	215	0.07	0.05	0.09
4	1.00	patuxent	191	0.15	0.11	0.20	215	0.04	0.03	0.05
4	1.00	zigzag	205	0.17	0.11	0.23	215	0.04	0.03	0.05
4	1.00	lower_bay	184	0.14	0.11	0.16	215	0.07	0.05	0.09
4	1.25	patuxent	199	0.14	0.11	0.17	215	0.04	0.03	0.05
4	1.25	zigzag	206	0.11	0.10	0.13	215	0.03	0.02	0.03
4	1.25	lower_bay	182	0.18	0.16	0.20	215	0.20	0.06	0.34
8	0.75	patuxent	215	0.30	0.20	0.40	215	0.02	0.02	0.03
8	0.75	zigzag	214	0.13	0.10	0.16	215	0.02	0.02	0.02
8	0.75	lower_bay	215	0.14	0.11	0.18	215	0.03	0.03	0.03
8	1.00	patuxent	210	0.23	0.14	0.31	215	0.03	0.02	0.03
8	1.00	zigzag	215	0.22	0.14	0.30	215	0.02	0.02	0.02
8	1.00	lower_bay	204	0.13	0.09	0.16	215	0.04	0.03	0.05
8	1.25	patuxent	215	0.20	0.10	0.29	215	0.02	0.02	0.03
8	1.25	zigzag	212	0.14	0.11	0.18	215	0.02	0.02	0.03
8	1.25	lower_bay	213	0.26	0.17	0.34	215	0.02	0.02	0.03
12	0.75	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.02	0.02	0.02
12	0.75	zigzag	215	0.09	0.06	0.11	215	0.02	0.02	0.02
12	0.75	lower_bay	213	0.17	0.10	0.24	215	0.03	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.09	0.07	0.12	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.10	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	zigzag	215	0.13	0.07	0.18	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	lower_bay	215	0.15	0.11	0.19	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.04	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.01	0.01	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.04	0.10	215	0.01	0.01	0.01

Table 72: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure size , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	211	0.17	0.11	0.23	215	0.02	0.02	0.03
4	0.75	zigzag	215	0.12	0.09	0.15	215	0.02	0.01	0.02
4	0.75	lower_bay	210	0.15	0.12	0.19	215	0.04	0.03	0.04
4	1.00	patuxent	215	0.18	0.13	0.24	215	0.02	0.01	0.03
4	1.00	zigzag	215	0.17	0.12	0.22	215	0.02	0.01	0.02
4	1.00	lower_bay	205	0.15	0.11	0.18	215	0.04	0.03	0.05
4	1.25	patuxent	213	0.14	0.08	0.19	215	0.02	0.02	0.03
4	1.25	zigzag	215	0.17	0.11	0.23	215	0.02	0.02	0.02
4	1.25	lower_bay	211	0.16	0.10	0.22	215	0.03	0.02	0.04
8	0.75	patuxent	215	0.10	0.06	0.14	215	0.02	0.01	0.02
8	0.75	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.01	0.01	0.02
8	0.75	lower_bay	215	0.14	0.09	0.19	215	0.02	0.02	0.02
8	1.00	patuxent	215	0.12	0.08	0.16	215	0.02	0.01	0.02
8	1.00	zigzag	215	0.10	0.07	0.14	215	0.01	0.01	0.02
8	1.00	lower_bay	215	0.11	0.08	0.15	215	0.02	0.02	0.03
8	1.25	patuxent	215	0.08	0.05	0.10	215	0.02	0.02	0.02
8	1.25	zigzag	215	0.10	0.06	0.13	215	0.01	0.01	0.02
8	1.25	lower_bay	214	0.13	0.08	0.17	215	0.02	0.02	0.03
12	0.75	patuxent	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	zigzag	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	patuxent	215	0.05	0.04	0.05	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	lower_bay	215	0.09	0.07	0.11	215	0.02	0.01	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	zigzag	215	0.05	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	lower_bay	215	0.11	0.05	0.18	215	0.02	0.01	0.02
28	0.75	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.00	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.01	0.02	215	0.01	0.00	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01

Table 73: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	69	0.58	0.55	0.61	181	0.26	0.21	0.31
4	0.75	zigzag	74	0.55	0.52	0.59	208	0.49	0.37	0.62
4	0.75	lower_bay	25	0.68	0.64	0.72	143	0.28	0.25	0.30
4	1.00	patuxent	55	0.60	0.57	0.63	185	0.24	0.20	0.28
4	1.00	zigzag	88	0.56	0.53	0.59	212	0.44	0.31	0.57
4	1.00	lower_bay	35	0.69	0.66	0.73	133	0.31	0.28	0.35
4	1.25	patuxent	45	0.60	0.55	0.65	190	0.23	0.20	0.27
4	1.25	zigzag	73	0.58	0.55	0.62	212	0.38	0.31	0.46
4	1.25	lower_bay	28	0.69	0.67	0.72	143	0.31	0.28	0.33
8	0.75	patuxent	93	0.41	0.38	0.44	209	0.40	0.32	0.49
8	0.75	zigzag	107	0.36	0.33	0.39	215	0.33	0.23	0.43
8	0.75	lower_bay	66	0.62	0.58	0.66	180	0.30	0.24	0.36
8	1.00	patuxent	114	0.44	0.41	0.47	207	0.48	0.34	0.61
8	1.00	zigzag	124	0.39	0.36	0.42	215	0.37	0.21	0.53
8	1.00	lower_bay	65	0.58	0.55	0.61	188	0.41	0.31	0.51
8	1.25	patuxent	83	0.47	0.43	0.50	211	0.45	0.34	0.56
8	1.25	zigzag	121	0.36	0.33	0.38	215	0.34	0.25	0.44
8	1.25	lower_bay	45	0.65	0.62	0.68	195	0.31	0.26	0.37
12	0.75	patuxent	120	0.35	0.32	0.38	215	1.03	0.62	1.44
12	0.75	zigzag	147	0.27	0.25	0.29	215	0.30	0.22	0.38
12	0.75	lower_bay	86	0.53	0.50	0.57	209	0.37	0.29	0.46
12	1.00	patuxent	137	0.30	0.28	0.32	215	0.41	0.29	0.52
12	1.00	zigzag	141	0.28	0.25	0.30	215	0.29	0.22	0.36
12	1.00	lower_bay	78	0.53	0.50	0.56	205	0.36	0.30	0.42
12	1.25	patuxent	127	0.32	0.29	0.34	213	0.28	0.22	0.33
12	1.25	zigzag	145	0.24	0.22	0.26	215	0.28	0.23	0.34
12	1.25	lower_bay	70	0.53	0.50	0.56	199	0.46	0.37	0.55
28	0.75	patuxent	184	0.24	0.21	0.26	215	0.28	0.21	0.34
28	0.75	zigzag	203	0.27	0.23	0.32	215	0.16	0.14	0.18
28	0.75	lower_bay	159	0.30	0.27	0.32	215	0.23	0.19	0.26
28	1.00	patuxent	174	0.22	0.19	0.24	215	0.21	0.18	0.25
28	1.00	zigzag	199	0.23	0.18	0.27	215	0.14	0.11	0.16
28	1.00	lower_bay	140	0.28	0.26	0.31	215	0.19	0.15	0.23
28	1.25	patuxent	174	0.19	0.16	0.22	215	0.15	0.12	0.18
28	1.25	zigzag	204	0.23	0.19	0.27	215	0.12	0.10	0.14
28	1.25	lower_bay	138	0.29	0.26	0.32	215	0.28	0.19	0.38

Table 74: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	140	0.25	0.22	0.28	215	0.34	0.23	0.46
4	0.75	zigzag	182	0.20	0.17	0.24	215	0.14	0.11	0.16
4	0.75	lower_bay	116	0.41	0.38	0.44	211	0.32	0.23	0.42
4	1.00	patuxent	130	0.19	0.17	0.21	215	0.32	0.18	0.47
4	1.00	zigzag	184	0.18	0.16	0.20	215	0.15	0.12	0.19
4	1.00	lower_bay	88	0.45	0.42	0.49	212	0.20	0.16	0.23
4	1.25	patuxent	143	0.26	0.23	0.28	215	0.36	0.28	0.44
4	1.25	zigzag	187	0.19	0.17	0.21	215	0.14	0.11	0.16
4	1.25	lower_bay	93	0.44	0.41	0.48	208	0.34	0.21	0.46
8	0.75	patuxent	181	0.23	0.19	0.27	215	0.19	0.14	0.23
8	0.75	zigzag	209	0.24	0.19	0.29	215	0.10	0.08	0.11
8	0.75	lower_bay	166	0.21	0.19	0.23	215	0.25	0.19	0.31
8	1.00	patuxent	200	0.21	0.17	0.25	215	0.18	0.13	0.23
8	1.00	zigzag	212	0.31	0.24	0.39	215	0.09	0.08	0.10
8	1.00	lower_bay	161	0.24	0.22	0.27	215	0.21	0.14	0.29
8	1.25	patuxent	190	0.23	0.19	0.26	215	0.18	0.14	0.22
8	1.25	zigzag	212	0.33	0.26	0.41	215	0.12	0.10	0.15
8	1.25	lower_bay	146	0.24	0.22	0.27	215	0.18	0.14	0.22
12	0.75	patuxent	213	0.52	0.39	0.66	215	0.14	0.12	0.15
12	0.75	zigzag	214	0.26	0.17	0.35	215	0.08	0.07	0.08
12	0.75	lower_bay	184	0.21	0.19	0.24	215	0.12	0.10	0.13
12	1.00	patuxent	210	0.34	0.25	0.43	215	0.12	0.10	0.13
12	1.00	zigzag	215	0.30	0.19	0.41	215	0.08	0.07	0.09
12	1.00	lower_bay	185	0.19	0.17	0.21	215	0.17	0.10	0.23
12	1.25	patuxent	205	0.35	0.25	0.44	215	0.14	0.11	0.17
12	1.25	zigzag	215	0.35	0.24	0.47	215	0.08	0.08	0.09
12	1.25	lower_bay	170	0.21	0.18	0.24	215	0.15	0.12	0.19
28	0.75	patuxent	215	0.47	0.29	0.65	215	0.11	0.10	0.12
28	0.75	zigzag	215	0.14	0.11	0.17	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	215	0.29	0.22	0.36	215	0.08	0.07	0.08
28	1.00	patuxent	215	0.22	0.15	0.28	215	0.08	0.08	0.09
28	1.00	zigzag	215	0.14	0.09	0.19	215	0.05	0.05	0.05
28	1.00	lower_bay	203	0.24	0.19	0.29	215	0.07	0.06	0.07
28	1.25	patuxent	215	0.44	0.28	0.59	215	0.06	0.06	0.07
28	1.25	zigzag	215	0.15	0.09	0.21	215	0.04	0.04	0.04
28	1.25	lower_bay	215	0.22	0.17	0.27	215	0.07	0.06	0.08

Table 75: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	172	0.19	0.15	0.22	215	0.28	0.20	0.36
4	0.75	zigzag	209	0.28	0.22	0.34	215	0.11	0.09	0.13
4	0.75	lower_bay	154	0.26	0.23	0.29	215	0.25	0.15	0.35
4	1.00	patuxent	179	0.24	0.20	0.28	215	0.16	0.13	0.19
4	1.00	zigzag	205	0.29	0.24	0.33	215	0.10	0.08	0.12
4	1.00	lower_bay	149	0.27	0.24	0.29	215	0.29	0.18	0.40
4	1.25	patuxent	194	0.20	0.17	0.23	215	0.15	0.12	0.17
4	1.25	zigzag	211	0.27	0.20	0.34	215	0.10	0.08	0.12
4	1.25	lower_bay	149	0.25	0.23	0.27	215	0.16	0.13	0.19
8	0.75	patuxent	209	0.42	0.29	0.55	215	0.11	0.09	0.12
8	0.75	zigzag	215	0.37	0.21	0.53	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	203	0.23	0.20	0.27	215	0.12	0.08	0.17
8	1.00	patuxent	215	0.40	0.27	0.53	215	0.13	0.11	0.16
8	1.00	zigzag	215	0.29	0.17	0.40	215	0.07	0.06	0.08
8	1.00	lower_bay	198	0.27	0.21	0.32	215	0.15	0.10	0.21
8	1.25	patuxent	214	0.30	0.19	0.40	215	0.15	0.13	0.17
8	1.25	zigzag	215	0.49	0.30	0.67	215	0.08	0.07	0.08
8	1.25	lower_bay	192	0.19	0.16	0.22	215	0.14	0.11	0.18
12	0.75	patuxent	215	0.32	0.24	0.40	215	0.11	0.10	0.12
12	0.75	zigzag	215	0.21	0.13	0.28	215	0.07	0.06	0.07
12	0.75	lower_bay	208	0.23	0.19	0.28	215	0.09	0.08	0.09
12	1.00	patuxent	215	0.35	0.23	0.46	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	zigzag	215	0.24	0.14	0.34	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	lower_bay	202	0.27	0.21	0.33	215	0.09	0.08	0.10
12	1.25	patuxent	210	0.46	0.24	0.69	215	0.09	0.08	0.10
12	1.25	zigzag	215	0.25	0.17	0.33	215	0.07	0.06	0.07
12	1.25	lower_bay	211	0.23	0.19	0.27	215	0.10	0.09	0.12
28	0.75	patuxent	215	0.15	0.11	0.18	215	0.07	0.07	0.08
28	0.75	zigzag	215	0.11	0.09	0.12	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	215	0.19	0.06	0.33	215	0.06	0.06	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.27	0.19	0.34	215	0.06	0.05	0.06
28	1.00	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	lower_bay	215	0.16	0.12	0.19	215	0.05	0.05	0.05
28	1.25	patuxent	215	0.18	0.14	0.23	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.10	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	215	0.20	0.14	0.25	215	0.05	0.04	0.05

Table 76: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			n	50m			n	200m		
				rmse	lwr	upr		rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	58	0.62	0.57	0.66	188	0.24	0.21	0.27
4	0.75	zigzag	56	0.54	0.50	0.57	207	0.41	0.32	0.49
4	0.75	lower_bay	24	0.69	0.66	0.73	147	0.31	0.28	0.34
4	1.00	patuxent	65	0.60	0.57	0.63	186	0.29	0.24	0.35
4	1.00	zigzag	73	0.57	0.53	0.61	211	0.33	0.25	0.40
4	1.00	lower_bay	39	0.70	0.67	0.73	144	0.30	0.27	0.32
4	1.25	patuxent	60	0.60	0.57	0.64	183	0.27	0.23	0.31
4	1.25	zigzag	72	0.51	0.47	0.54	210	0.41	0.31	0.51
4	1.25	lower_bay	37	0.73	0.71	0.76	123	0.29	0.26	0.32
8	0.75	patuxent	84	0.44	0.41	0.48	213	0.47	0.33	0.62
8	0.75	zigzag	138	0.39	0.37	0.42	215	0.38	0.17	0.59
8	0.75	lower_bay	59	0.64	0.61	0.67	185	0.25	0.22	0.29
8	1.00	patuxent	113	0.49	0.46	0.52	212	0.50	0.35	0.64
8	1.00	zigzag	120	0.36	0.33	0.39	215	0.30	0.24	0.37
8	1.00	lower_bay	57	0.64	0.60	0.67	192	0.36	0.28	0.44
8	1.25	patuxent	82	0.43	0.39	0.47	210	0.41	0.30	0.53
8	1.25	zigzag	126	0.38	0.35	0.40	215	0.26	0.20	0.32
8	1.25	lower_bay	52	0.64	0.60	0.67	179	0.24	0.20	0.27
12	0.75	patuxent	118	0.33	0.30	0.36	215	0.36	0.24	0.48
12	0.75	zigzag	157	0.29	0.27	0.32	215	0.26	0.20	0.31
12	0.75	lower_bay	67	0.50	0.47	0.54	201	0.33	0.26	0.40
12	1.00	patuxent	129	0.33	0.30	0.36	215	0.27	0.23	0.32
12	1.00	zigzag	135	0.26	0.23	0.28	215	0.20	0.18	0.23
12	1.00	lower_bay	81	0.58	0.55	0.61	206	0.25	0.21	0.30
12	1.25	patuxent	125	0.35	0.32	0.38	214	0.43	0.29	0.57
12	1.25	zigzag	145	0.25	0.23	0.28	215	0.25	0.19	0.31
12	1.25	lower_bay	68	0.55	0.51	0.58	204	0.29	0.25	0.33
28	0.75	patuxent	177	0.21	0.19	0.23	215	0.24	0.20	0.29
28	0.75	zigzag	200	0.28	0.24	0.32	215	0.14	0.12	0.15
28	0.75	lower_bay	134	0.28	0.25	0.30	215	0.27	0.18	0.37
28	1.00	patuxent	181	0.19	0.17	0.21	215	0.13	0.11	0.15
28	1.00	zigzag	202	0.23	0.20	0.26	215	0.11	0.09	0.12
28	1.00	lower_bay	137	0.28	0.26	0.31	215	0.25	0.19	0.30
28	1.25	patuxent	176	0.19	0.17	0.21	215	0.12	0.10	0.14
28	1.25	zigzag	202	0.24	0.20	0.28	215	0.09	0.08	0.10
28	1.25	lower_bay	130	0.26	0.23	0.29	215	0.32	0.20	0.43

Table 77: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	154	0.27	0.24	0.30	215	0.13	0.10	0.15
4	0.75	zigzag	160	0.14	0.12	0.16	215	0.10	0.08	0.12
4	0.75	lower_bay	101	0.40	0.36	0.43	212	0.60	0.39	0.81
4	1.00	patuxent	151	0.21	0.19	0.23	215	0.24	0.17	0.30
4	1.00	zigzag	175	0.18	0.16	0.20	215	0.17	0.14	0.20
4	1.00	lower_bay	82	0.38	0.34	0.41	213	0.36	0.24	0.47
4	1.25	patuxent	148	0.23	0.20	0.25	215	0.15	0.11	0.19
4	1.25	zigzag	182	0.19	0.17	0.22	215	0.13	0.09	0.17
4	1.25	lower_bay	108	0.39	0.36	0.43	213	0.41	0.26	0.56
8	0.75	patuxent	200	0.25	0.21	0.29	215	0.10	0.08	0.12
8	0.75	zigzag	210	0.19	0.15	0.22	215	0.09	0.08	0.11
8	0.75	lower_bay	144	0.21	0.18	0.23	215	0.16	0.12	0.21
8	1.00	patuxent	192	0.18	0.14	0.21	215	0.12	0.10	0.14
8	1.00	zigzag	205	0.26	0.20	0.31	215	0.09	0.07	0.10
8	1.00	lower_bay	147	0.25	0.22	0.27	215	0.14	0.11	0.17
8	1.25	patuxent	202	0.18	0.16	0.21	215	0.09	0.08	0.10
8	1.25	zigzag	205	0.26	0.21	0.32	215	0.07	0.07	0.08
8	1.25	lower_bay	152	0.20	0.17	0.22	215	0.16	0.13	0.20
12	0.75	patuxent	212	0.23	0.17	0.28	215	0.08	0.07	0.08
12	0.75	zigzag	214	0.35	0.21	0.48	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	lower_bay	176	0.16	0.14	0.17	215	0.12	0.10	0.14
12	1.00	patuxent	215	0.26	0.21	0.31	215	0.09	0.07	0.11
12	1.00	zigzag	215	0.31	0.23	0.38	215	0.07	0.06	0.07
12	1.00	lower_bay	177	0.20	0.18	0.22	215	0.13	0.11	0.15
12	1.25	patuxent	209	0.25	0.20	0.31	215	0.09	0.07	0.10
12	1.25	zigzag	215	0.59	0.39	0.78	215	0.08	0.07	0.09
12	1.25	lower_bay	185	0.18	0.16	0.21	215	0.14	0.04	0.23
28	0.75	patuxent	215	0.25	0.18	0.33	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	zigzag	215	0.15	0.11	0.18	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	lower_bay	208	0.25	0.14	0.36	215	0.09	0.07	0.10
28	1.00	patuxent	215	0.13	0.10	0.16	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.17	0.12	0.21	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	213	0.25	0.17	0.32	215	0.06	0.05	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.17	0.10	0.24	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	lower_bay	213	0.32	0.22	0.43	215	0.05	0.05	0.06

Table 78: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	198	0.20	0.16	0.24	215	0.12	0.09	0.16
4	0.75	zigzag	205	0.22	0.17	0.26	215	0.08	0.06	0.10
4	0.75	lower_bay	151	0.27	0.24	0.29	215	0.20	0.15	0.25
4	1.00	patuxent	196	0.18	0.15	0.21	215	0.12	0.09	0.14
4	1.00	zigzag	204	0.20	0.16	0.24	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	lower_bay	114	0.29	0.26	0.32	215	0.16	0.13	0.19
4	1.25	patuxent	196	0.18	0.15	0.20	215	0.10	0.08	0.12
4	1.25	zigzag	210	0.26	0.20	0.31	215	0.07	0.06	0.08
4	1.25	lower_bay	140	0.27	0.24	0.30	213	0.31	0.12	0.50
8	0.75	patuxent	212	0.22	0.18	0.26	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	zigzag	215	0.30	0.20	0.41	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	lower_bay	195	0.18	0.16	0.21	215	0.12	0.09	0.14
8	1.00	patuxent	210	0.25	0.18	0.32	215	0.08	0.06	0.09
8	1.00	zigzag	215	0.23	0.15	0.30	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	lower_bay	195	0.18	0.16	0.21	215	0.14	0.09	0.18
8	1.25	patuxent	207	0.26	0.17	0.34	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	zigzag	215	0.25	0.16	0.33	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	lower_bay	187	0.20	0.18	0.23	215	0.09	0.07	0.11
12	0.75	patuxent	215	0.19	0.14	0.24	215	0.06	0.06	0.07
12	0.75	zigzag	215	0.16	0.12	0.19	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	lower_bay	212	0.25	0.19	0.30	215	0.09	0.07	0.10
12	1.00	patuxent	215	0.15	0.12	0.19	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	zigzag	215	0.15	0.10	0.21	215	0.05	0.05	0.06
12	1.00	lower_bay	206	0.32	0.24	0.40	215	0.07	0.06	0.08
12	1.25	patuxent	215	0.27	0.13	0.41	215	0.06	0.05	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.28	0.15	0.41	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	lower_bay	209	0.26	0.21	0.30	215	0.09	0.08	0.11
28	0.75	patuxent	215	0.10	0.07	0.14	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.26	0.16	0.35	215	0.05	0.05	0.05
28	1.00	patuxent	215	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.15	0.10	0.19	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.07	0.06	0.09	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.04	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.14	0.10	0.18	215	0.03	0.03	0.03



Table 79: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	136	0.20	0.18	0.22	214	0.19	0.15	0.24
4	0.75	zigzag	172	0.19	0.17	0.21	215	0.11	0.10	0.13
4	0.75	lower_bay	99	0.31	0.28	0.34	209	0.18	0.12	0.24
4	1.00	patuxent	127	0.21	0.19	0.23	215	0.26	0.20	0.33
4	1.00	zigzag	172	0.19	0.17	0.21	215	0.16	0.11	0.20
4	1.00	lower_bay	87	0.29	0.27	0.32	211	0.26	0.18	0.34
4	1.25	patuxent	142	0.21	0.19	0.23	215	0.15	0.12	0.18
4	1.25	zigzag	174	0.21	0.18	0.23	215	0.11	0.09	0.13
4	1.25	lower_bay	100	0.29	0.27	0.31	213	0.20	0.16	0.24
8	0.75	patuxent	190	0.31	0.23	0.40	215	0.12	0.09	0.14
8	0.75	zigzag	209	0.26	0.21	0.31	215	0.08	0.07	0.09
8	0.75	lower_bay	152	0.23	0.21	0.25	215	0.17	0.12	0.21
8	1.00	patuxent	182	0.19	0.16	0.22	215	0.12	0.11	0.14
8	1.00	zigzag	210	0.20	0.16	0.24	215	0.08	0.08	0.09
8	1.00	lower_bay	144	0.23	0.21	0.26	215	0.17	0.13	0.22
8	1.25	patuxent	194	0.18	0.14	0.22	215	0.13	0.11	0.14
8	1.25	zigzag	203	0.22	0.19	0.26	215	0.09	0.08	0.10
8	1.25	lower_bay	140	0.20	0.18	0.22	215	0.18	0.13	0.22
12	0.75	patuxent	206	0.24	0.17	0.30	215	0.10	0.09	0.11
12	0.75	zigzag	211	0.30	0.21	0.38	215	0.07	0.07	0.08
12	0.75	lower_bay	179	0.19	0.17	0.21	215	0.10	0.09	0.11
12	1.00	patuxent	206	0.20	0.16	0.23	215	0.10	0.09	0.11
12	1.00	zigzag	211	0.17	0.14	0.20	215	0.08	0.07	0.10
12	1.00	lower_bay	170	0.24	0.21	0.28	215	0.12	0.10	0.15
12	1.25	patuxent	202	0.36	0.26	0.46	215	0.09	0.08	0.11
12	1.25	zigzag	213	0.15	0.13	0.18	215	0.08	0.07	0.09
12	1.25	lower_bay	170	0.18	0.16	0.21	215	0.12	0.09	0.14
28	0.75	patuxent	214	0.25	0.11	0.39	215	0.07	0.07	0.08
28	0.75	zigzag	215	0.13	0.10	0.15	215	0.06	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	201	0.25	0.17	0.34	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	patuxent	215	0.17	0.12	0.21	215	0.05	0.05	0.06
28	1.00	zigzag	215	0.15	0.10	0.20	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	lower_bay	211	0.20	0.15	0.26	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.05	0.06
28	1.25	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	212	0.25	0.12	0.38	215	0.05	0.04	0.05

Table 80: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	212	0.30	0.22	0.37	215	0.08	0.07	0.09
4	0.75	zigzag	215	0.13	0.09	0.17	215	0.05	0.05	0.06
4	0.75	lower_bay	184	0.19	0.16	0.22	215	0.08	0.07	0.10
4	1.00	patuxent	209	0.29	0.21	0.36	215	0.06	0.05	0.07
4	1.00	zigzag	215	0.18	0.12	0.24	215	0.06	0.05	0.06
4	1.00	lower_bay	196	0.19	0.16	0.23	215	0.11	0.08	0.13
4	1.25	patuxent	211	0.25	0.15	0.36	215	0.08	0.07	0.09
4	1.25	zigzag	215	0.16	0.07	0.25	215	0.06	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	200	0.24	0.19	0.28	215	0.09	0.07	0.10
8	0.75	patuxent	215	0.24	0.18	0.31	215	0.06	0.06	0.07
8	0.75	zigzag	215	0.10	0.08	0.12	215	0.05	0.05	0.06
8	0.75	lower_bay	213	0.19	0.14	0.24	215	0.06	0.06	0.07
8	1.00	patuxent	215	0.20	0.14	0.26	215	0.06	0.05	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.05	0.05	0.05
8	1.00	lower_bay	214	0.22	0.11	0.33	215	0.05	0.05	0.06
8	1.25	patuxent	215	0.34	0.22	0.46	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	zigzag	215	0.09	0.08	0.11	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	lower_bay	213	0.21	0.14	0.29	215	0.07	0.07	0.08
12	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	215	0.17	0.12	0.22	215	0.06	0.06	0.07
12	1.00	patuxent	215	0.10	0.08	0.12	215	0.06	0.05	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.10	215	0.05	0.04	0.05
12	1.00	lower_bay	215	0.20	0.14	0.27	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	patuxent	215	0.15	0.11	0.19	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	zigzag	215	0.08	0.06	0.10	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	lower_bay	213	0.18	0.13	0.23	215	0.06	0.05	0.07
28	0.75	patuxent	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.05	0.04	0.06	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.05	0.10	215	0.03	0.02	0.03

Table 81: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.18	0.13	0.22	215	0.06	0.05	0.07
4	0.75	zigzag	215	0.13	0.09	0.16	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	lower_bay	214	0.12	0.10	0.15	215	0.08	0.06	0.09
4	1.00	patuxent	215	0.16	0.10	0.23	215	0.07	0.06	0.08
4	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.10	215	0.05	0.04	0.05
4	1.00	lower_bay	211	0.28	0.18	0.38	215	0.06	0.06	0.07
4	1.25	patuxent	215	0.15	0.11	0.19	215	0.06	0.06	0.07
4	1.25	zigzag	215	0.10	0.08	0.11	215	0.05	0.05	0.06
4	1.25	lower_bay	209	0.17	0.14	0.21	215	0.07	0.06	0.07
8	0.75	patuxent	215	0.10	0.08	0.13	215	0.06	0.05	0.06
8	0.75	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	patuxent	215	0.11	0.09	0.12	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	zigzag	215	0.08	0.07	0.08	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.11	0.08	0.15	215	0.06	0.06	0.07
8	1.25	patuxent	215	0.11	0.08	0.15	215	0.06	0.05	0.06
8	1.25	zigzag	215	0.08	0.07	0.09	215	0.05	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	215	0.15	0.12	0.19	215	0.05	0.05	0.05
12	0.75	patuxent	215	0.08	0.06	0.10	215	0.05	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.11	0.08	0.14	215	0.05	0.04	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.05	0.05	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.18	0.12	0.24	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	patuxent	215	0.08	0.07	0.10	215	0.05	0.05	0.05
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.05
12	1.25	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.05	0.05	0.05
28	0.75	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.04	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.06	215	0.04	0.04	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.04	0.04	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02

Table 82: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	146	0.19	0.17	0.21	215	0.18	0.13	0.24
4	0.75	zigzag	172	0.19	0.16	0.21	215	0.11	0.09	0.13
4	0.75	lower_bay	82	0.23	0.20	0.25	208	0.23	0.15	0.31
4	1.00	patuxent	132	0.20	0.18	0.23	215	0.13	0.10	0.15
4	1.00	zigzag	159	0.17	0.15	0.19	215	0.10	0.08	0.11
4	1.00	lower_bay	86	0.29	0.26	0.31	214	0.16	0.12	0.19
4	1.25	patuxent	133	0.24	0.22	0.27	215	0.16	0.12	0.21
4	1.25	zigzag	161	0.15	0.13	0.16	215	0.12	0.09	0.15
4	1.25	lower_bay	82	0.23	0.21	0.26	211	0.20	0.16	0.24
8	0.75	patuxent	195	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.08	0.11
8	0.75	zigzag	209	0.29	0.20	0.38	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	lower_bay	142	0.20	0.17	0.22	215	0.14	0.10	0.17
8	1.00	patuxent	194	0.18	0.14	0.22	215	0.11	0.09	0.14
8	1.00	zigzag	210	0.25	0.18	0.32	215	0.08	0.07	0.08
8	1.00	lower_bay	132	0.20	0.18	0.22	215	0.14	0.10	0.18
8	1.25	patuxent	184	0.19	0.16	0.22	215	0.09	0.07	0.10
8	1.25	zigzag	209	0.19	0.15	0.24	215	0.07	0.06	0.07
8	1.25	lower_bay	149	0.20	0.18	0.22	215	0.20	0.13	0.27
12	0.75	patuxent	211	0.16	0.13	0.19	215	0.09	0.08	0.10
12	0.75	zigzag	212	0.22	0.16	0.28	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	lower_bay	188	0.20	0.18	0.22	215	0.09	0.08	0.10
12	1.00	patuxent	209	0.16	0.13	0.18	215	0.07	0.07	0.08
12	1.00	zigzag	214	0.25	0.18	0.32	215	0.07	0.06	0.08
12	1.00	lower_bay	166	0.18	0.16	0.20	215	0.10	0.09	0.11
12	1.25	patuxent	197	0.20	0.16	0.24	215	0.08	0.08	0.09
12	1.25	zigzag	215	0.17	0.13	0.20	215	0.06	0.06	0.07
12	1.25	lower_bay	170	0.21	0.18	0.24	215	0.12	0.09	0.14
28	0.75	patuxent	215	0.17	0.12	0.22	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	zigzag	215	0.11	0.09	0.13	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	lower_bay	213	0.15	0.13	0.18	215	0.06	0.05	0.06
28	1.00	patuxent	215	0.12	0.08	0.16	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	lower_bay	205	0.21	0.14	0.28	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	215	0.14	0.09	0.18	215	0.03	0.03	0.03
28	1.25	zigzag	215	0.08	0.06	0.10	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	206	0.15	0.11	0.19	215	0.04	0.04	0.05

Table 83: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m			200m				
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	210	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	zigzag	215	0.11	0.06	0.16	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	lower_bay	178	0.19	0.14	0.24	215	0.06	0.06	0.07
4	1.00	patuxent	211	0.18	0.13	0.23	215	0.05	0.04	0.05
4	1.00	zigzag	215	0.21	0.13	0.28	215	0.04	0.04	0.05
4	1.00	lower_bay	180	0.14	0.11	0.17	215	0.08	0.06	0.09
4	1.25	patuxent	211	0.18	0.12	0.24	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	zigzag	215	0.14	0.10	0.17	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	lower_bay	198	0.18	0.14	0.22	215	0.08	0.07	0.10
8	0.75	patuxent	215	0.18	0.09	0.27	215	0.04	0.04	0.05
8	0.75	zigzag	215	0.09	0.06	0.12	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.21	0.12	0.30	215	0.05	0.05	0.06
8	1.00	patuxent	215	0.13	0.09	0.16	215	0.05	0.04	0.05
8	1.00	zigzag	215	0.10	0.08	0.13	215	0.04	0.04	0.05
8	1.00	lower_bay	215	0.23	0.15	0.30	215	0.06	0.05	0.07
8	1.25	patuxent	215	0.15	0.08	0.22	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	lower_bay	213	0.30	0.22	0.38	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	patuxent	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.18	0.13	0.24	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	patuxent	215	0.11	0.08	0.13	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	lower_bay	214	0.13	0.09	0.17	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.05	0.04	0.05
12	1.25	zigzag	215	0.06	0.06	0.07	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.19	0.11	0.28	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.05	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.08	0.07	0.09	215	0.04	0.03	0.04
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.05	0.03	0.06	215	0.02	0.02	0.02

Table 84: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure loc , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	215	0.11	0.08	0.14	215	0.04	0.04	0.05
4	0.75	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.03	0.04
4	0.75	lower_bay	206	0.25	0.17	0.33	215	0.05	0.04	0.05
4	1.00	patuxent	215	0.15	0.06	0.25	215	0.04	0.04	0.04
4	1.00	zigzag	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.04
4	1.00	lower_bay	213	0.22	0.16	0.29	215	0.05	0.04	0.05
4	1.25	patuxent	215	0.12	0.08	0.17	215	0.04	0.03	0.04
4	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.12	215	0.03	0.03	0.04
4	1.25	lower_bay	215	0.20	0.14	0.25	215	0.07	0.05	0.08
8	0.75	patuxent	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.06	0.07	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	lower_bay	215	0.16	0.10	0.22	215	0.04	0.03	0.05
8	1.00	patuxent	215	0.08	0.06	0.09	215	0.04	0.04	0.04
8	1.00	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	215	0.09	0.08	0.10	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	patuxent	215	0.09	0.06	0.13	215	0.04	0.03	0.04
8	1.25	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.04	0.04	0.04
8	1.25	lower_bay	215	0.11	0.08	0.13	215	0.05	0.04	0.05
12	0.75	patuxent	215	0.06	0.06	0.07	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	215	0.10	0.07	0.12	215	0.04	0.04	0.04
12	1.00	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	zigzag	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.07	0.06	0.08	215	0.04	0.04	0.04
12	1.25	patuxent	215	0.05	0.05	0.06	215	0.03	0.03	0.04
12	1.25	zigzag	215	0.05	0.05	0.05	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.10	0.08	0.12	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.03	0.03	215	0.03	0.03	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.04	0.04	0.05	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.03	0.02	0.03	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.02	0.02	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.02

Table 85: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	16	0.76	0.72	0.81	133	0.28	0.25	0.31
4	0.75	zigzag	27	0.72	0.67	0.77	161	0.22	0.19	0.25
4	0.75	lower_bay	27	0.69	0.65	0.73	117	0.32	0.29	0.35
4	1.00	patuxent	26	0.74	0.69	0.79	132	0.22	0.19	0.25
4	1.00	zigzag	21	0.61	0.58	0.63	162	0.21	0.19	0.23
4	1.00	lower_bay	23	0.78	0.74	0.81	123	0.34	0.32	0.37
4	1.25	patuxent	26	0.65	0.61	0.69	152	0.23	0.21	0.25
4	1.25	zigzag	33	0.67	0.63	0.71	165	0.24	0.22	0.27
4	1.25	lower_bay	29	0.72	0.69	0.75	116	0.32	0.29	0.35
8	0.75	patuxent	52	0.58	0.54	0.62	178	0.23	0.19	0.27
8	0.75	zigzag	45	0.61	0.57	0.65	204	0.33	0.23	0.43
8	0.75	lower_bay	33	0.65	0.62	0.68	167	0.20	0.18	0.22
8	1.00	patuxent	40	0.61	0.57	0.66	176	0.29	0.24	0.34
8	1.00	zigzag	55	0.60	0.56	0.63	207	0.42	0.33	0.51
8	1.00	lower_bay	30	0.64	0.60	0.68	180	0.21	0.19	0.22
8	1.25	patuxent	56	0.60	0.57	0.63	191	0.25	0.21	0.28
8	1.25	zigzag	53	0.60	0.56	0.63	205	0.28	0.22	0.33
8	1.25	lower_bay	40	0.64	0.61	0.67	173	0.23	0.21	0.25
12	0.75	patuxent	46	0.52	0.47	0.57	200	0.47	0.37	0.58
12	0.75	zigzag	58	0.48	0.44	0.52	209	0.69	0.50	0.89
12	0.75	lower_bay	57	0.66	0.63	0.69	193	0.35	0.27	0.42
12	1.00	patuxent	55	0.46	0.41	0.50	207	0.36	0.28	0.44
12	1.00	zigzag	66	0.51	0.47	0.55	214	0.72	0.52	0.91
12	1.00	lower_bay	55	0.56	0.53	0.60	189	0.26	0.22	0.30
12	1.25	patuxent	72	0.47	0.44	0.51	205	0.42	0.34	0.50
12	1.25	zigzag	67	0.50	0.46	0.53	205	0.60	0.44	0.75
12	1.25	lower_bay	57	0.55	0.51	0.59	199	0.22	0.19	0.24
28	0.75	patuxent	141	0.25	0.23	0.28	215	0.64	0.44	0.85
28	0.75	zigzag	121	0.25	0.22	0.28	215	0.41	0.31	0.52
28	0.75	lower_bay	96	0.34	0.31	0.37	215	0.51	0.34	0.69
28	1.00	patuxent	120	0.24	0.22	0.27	215	0.50	0.38	0.61
28	1.00	zigzag	125	0.25	0.22	0.28	215	0.40	0.30	0.51
28	1.00	lower_bay	103	0.34	0.30	0.37	214	0.40	0.26	0.55
28	1.25	patuxent	136	0.22	0.19	0.25	215	0.44	0.28	0.60
28	1.25	zigzag	128	0.24	0.21	0.26	215	0.36	0.23	0.49
28	1.25	lower_bay	97	0.38	0.35	0.40	215	0.42	0.27	0.58

Table 86: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	76	0.33	0.29	0.36	214	0.57	0.36	0.78
4	0.75	zigzag	87	0.36	0.33	0.39	215	0.34	0.22	0.46
4	0.75	lower_bay	71	0.48	0.44	0.52	212	0.19	0.14	0.24
4	1.00	patuxent	79	0.34	0.31	0.38	211	0.47	0.30	0.64
4	1.00	zigzag	91	0.35	0.32	0.38	214	0.55	0.36	0.73
4	1.00	lower_bay	88	0.46	0.43	0.50	209	0.27	0.20	0.35
4	1.25	patuxent	81	0.38	0.34	0.42	212	0.80	0.57	1.02
4	1.25	zigzag	94	0.35	0.31	0.38	215	0.47	0.32	0.62
4	1.25	lower_bay	98	0.48	0.45	0.52	211	0.17	0.13	0.22
8	0.75	patuxent	129	0.17	0.15	0.20	215	0.53	0.36	0.70
8	0.75	zigzag	152	0.19	0.17	0.21	215	0.20	0.10	0.30
8	0.75	lower_bay	134	0.30	0.28	0.33	215	0.27	0.17	0.37
8	1.00	patuxent	142	0.18	0.15	0.20	215	0.45	0.34	0.56
8	1.00	zigzag	162	0.19	0.16	0.21	215	0.18	0.13	0.23
8	1.00	lower_bay	133	0.32	0.29	0.34	215	0.64	0.36	0.92
8	1.25	patuxent	151	0.19	0.17	0.21	215	0.35	0.27	0.43
8	1.25	zigzag	165	0.20	0.17	0.22	215	0.23	0.17	0.28
8	1.25	lower_bay	125	0.27	0.25	0.30	215	0.30	0.22	0.38
12	0.75	patuxent	182	0.15	0.13	0.17	215	0.40	0.06	0.74
12	0.75	zigzag	188	0.14	0.13	0.16	215	0.16	0.13	0.20
12	0.75	lower_bay	156	0.17	0.15	0.19	215	0.16	0.12	0.20
12	1.00	patuxent	179	0.16	0.13	0.18	215	0.28	0.20	0.36
12	1.00	zigzag	176	0.15	0.13	0.18	215	0.15	0.12	0.18
12	1.00	lower_bay	145	0.16	0.14	0.18	215	0.25	0.15	0.35
12	1.25	patuxent	184	0.14	0.12	0.16	215	0.28	0.20	0.35
12	1.25	zigzag	178	0.17	0.15	0.19	215	0.17	0.14	0.20
12	1.25	lower_bay	157	0.18	0.15	0.20	215	0.14	0.11	0.18
28	0.75	patuxent	214	0.50	0.35	0.65	215	0.18	0.15	0.21
28	0.75	zigzag	212	0.46	0.32	0.60	215	0.08	0.07	0.09
28	0.75	lower_bay	209	0.23	0.19	0.28	215	0.08	0.07	0.10
28	1.00	patuxent	209	0.45	0.32	0.58	215	0.16	0.13	0.18
28	1.00	zigzag	213	0.45	0.31	0.58	215	0.07	0.06	0.08
28	1.00	lower_bay	209	0.22	0.17	0.27	215	0.09	0.07	0.11
28	1.25	patuxent	214	0.51	0.35	0.68	215	0.14	0.11	0.16
28	1.25	zigzag	214	0.49	0.35	0.64	215	0.07	0.06	0.08
28	1.25	lower_bay	210	0.22	0.17	0.28	215	0.08	0.06	0.10



Table 87: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	137	0.19	0.16	0.21	215	0.51	0.33	0.68
4	0.75	zigzag	127	0.20	0.17	0.22	215	0.22	0.16	0.29
4	0.75	lower_bay	121	0.34	0.31	0.38	209	0.70	0.39	1.01
4	1.00	patuxent	146	0.16	0.14	0.18	215	0.57	0.30	0.84
4	1.00	zigzag	150	0.18	0.15	0.20	215	0.26	0.16	0.35
4	1.00	lower_bay	110	0.36	0.32	0.39	214	0.33	0.22	0.45
4	1.25	patuxent	129	0.16	0.14	0.19	215	0.38	0.24	0.51
4	1.25	zigzag	148	0.19	0.16	0.21	215	0.21	0.16	0.27
4	1.25	lower_bay	132	0.28	0.26	0.31	214	0.34	0.19	0.48
8	0.75	patuxent	169	0.15	0.12	0.18	215	0.20	0.16	0.24
8	0.75	zigzag	193	0.20	0.16	0.23	215	0.15	0.12	0.18
8	0.75	lower_bay	181	0.15	0.13	0.17	215	0.17	0.11	0.22
8	1.00	patuxent	185	0.17	0.14	0.20	215	0.20	0.14	0.25
8	1.00	zigzag	196	0.18	0.15	0.21	215	0.12	0.10	0.15
8	1.00	lower_bay	174	0.16	0.14	0.18	215	0.13	0.09	0.16
8	1.25	patuxent	183	0.17	0.14	0.20	215	0.20	0.16	0.24
8	1.25	zigzag	197	0.19	0.16	0.22	215	0.14	0.11	0.16
8	1.25	lower_bay	179	0.16	0.14	0.18	215	0.16	0.10	0.22
12	0.75	patuxent	197	0.30	0.23	0.38	215	0.12	0.10	0.14
12	0.75	zigzag	205	0.24	0.18	0.30	215	0.08	0.07	0.10
12	0.75	lower_bay	194	0.17	0.14	0.20	215	0.11	0.08	0.14
12	1.00	patuxent	202	0.41	0.31	0.50	215	0.18	0.14	0.22
12	1.00	zigzag	208	0.36	0.27	0.45	215	0.10	0.08	0.12
12	1.00	lower_bay	198	0.28	0.21	0.35	215	0.13	0.10	0.17
12	1.25	patuxent	200	0.26	0.19	0.34	215	0.23	0.17	0.29
12	1.25	zigzag	208	0.31	0.23	0.39	215	0.10	0.08	0.12
12	1.25	lower_bay	189	0.18	0.16	0.21	215	0.10	0.08	0.12
28	0.75	patuxent	215	0.34	0.23	0.45	215	0.12	0.11	0.14
28	0.75	zigzag	215	0.42	0.21	0.63	215	0.06	0.06	0.07
28	0.75	lower_bay	215	0.37	0.23	0.52	215	0.05	0.04	0.07
28	1.00	patuxent	215	0.38	0.22	0.54	215	0.12	0.10	0.13
28	1.00	zigzag	215	0.30	0.15	0.44	215	0.06	0.06	0.07
28	1.00	lower_bay	215	0.32	0.20	0.43	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	215	0.36	0.27	0.46	215	0.10	0.09	0.12
28	1.25	zigzag	215	0.36	0.16	0.55	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	lower_bay	214	0.32	0.22	0.41	215	0.05	0.04	0.06

Table 88: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	30	0.70	0.67	0.74	146	0.23	0.21	0.26
4	0.75	zigzag	31	0.71	0.68	0.74	177	0.21	0.19	0.23
4	0.75	lower_bay	23	0.74	0.71	0.77	129	0.41	0.37	0.44
4	1.00	patuxent	28	0.69	0.65	0.73	153	0.26	0.23	0.28
4	1.00	zigzag	24	0.64	0.57	0.71	173	0.22	0.20	0.24
4	1.00	lower_bay	24	0.71	0.68	0.75	121	0.34	0.31	0.36
4	1.25	patuxent	30	0.69	0.64	0.73	151	0.25	0.22	0.27
4	1.25	zigzag	25	0.71	0.68	0.74	167	0.24	0.21	0.26
4	1.25	lower_bay	18	0.75	0.70	0.79	126	0.35	0.32	0.38
8	0.75	patuxent	45	0.59	0.55	0.64	194	0.29	0.24	0.35
8	0.75	zigzag	42	0.60	0.56	0.65	212	0.32	0.25	0.38
8	0.75	lower_bay	36	0.67	0.63	0.71	164	0.21	0.19	0.23
8	1.00	patuxent	48	0.63	0.59	0.66	206	0.23	0.20	0.25
8	1.00	zigzag	55	0.58	0.54	0.62	210	0.26	0.22	0.30
8	1.00	lower_bay	40	0.67	0.64	0.70	175	0.21	0.19	0.23
8	1.25	patuxent	38	0.60	0.56	0.64	195	0.23	0.21	0.26
8	1.25	zigzag	43	0.61	0.57	0.65	213	0.30	0.23	0.36
8	1.25	lower_bay	39	0.68	0.64	0.71	175	0.23	0.21	0.25
12	0.75	patuxent	78	0.50	0.47	0.53	202	0.26	0.20	0.33
12	0.75	zigzag	94	0.51	0.48	0.54	215	0.32	0.23	0.41
12	0.75	lower_bay	51	0.58	0.55	0.61	206	0.27	0.23	0.31
12	1.00	patuxent	66	0.53	0.49	0.56	212	0.42	0.32	0.52
12	1.00	zigzag	85	0.50	0.47	0.53	214	0.33	0.25	0.41
12	1.00	lower_bay	55	0.57	0.53	0.60	203	0.22	0.20	0.24
12	1.25	patuxent	68	0.52	0.48	0.56	213	0.41	0.32	0.50
12	1.25	zigzag	94	0.55	0.52	0.58	214	0.43	0.30	0.57
12	1.25	lower_bay	69	0.56	0.52	0.60	200	0.23	0.20	0.25
28	0.75	patuxent	154	0.26	0.24	0.29	215	0.20	0.15	0.25
28	0.75	zigzag	151	0.26	0.23	0.28	215	0.15	0.12	0.17
28	0.75	lower_bay	109	0.35	0.32	0.38	215	0.43	0.26	0.61
28	1.00	patuxent	143	0.27	0.24	0.30	215	0.17	0.13	0.22
28	1.00	zigzag	151	0.27	0.24	0.29	215	0.14	0.12	0.16
28	1.00	lower_bay	119	0.33	0.31	0.36	214	0.17	0.14	0.19
28	1.25	patuxent	153	0.23	0.21	0.26	215	0.16	0.11	0.21
28	1.25	zigzag	150	0.26	0.23	0.28	215	0.11	0.09	0.13
28	1.25	lower_bay	114	0.38	0.35	0.41	214	0.37	0.27	0.48

Table 89: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	117	0.37	0.34	0.40	215	0.15	0.12	0.19
4	0.75	zigzag	93	0.37	0.33	0.40	215	0.16	0.08	0.23
4	0.75	lower_bay	70	0.50	0.47	0.53	196	0.21	0.16	0.26
4	1.00	patuxent	119	0.38	0.35	0.41	214	0.28	0.19	0.37
4	1.00	zigzag	112	0.36	0.33	0.39	215	0.23	0.12	0.34
4	1.00	lower_bay	70	0.48	0.44	0.53	208	0.30	0.21	0.40
4	1.25	patuxent	114	0.37	0.34	0.40	215	0.50	0.30	0.71
4	1.25	zigzag	114	0.39	0.36	0.42	214	0.21	0.15	0.27
4	1.25	lower_bay	69	0.47	0.43	0.51	209	0.27	0.20	0.34
8	0.75	patuxent	172	0.17	0.15	0.19	215	0.18	0.09	0.28
8	0.75	zigzag	166	0.17	0.15	0.19	215	0.11	0.09	0.14
8	0.75	lower_bay	124	0.27	0.24	0.30	215	0.31	0.15	0.48
8	1.00	patuxent	171	0.21	0.18	0.23	215	0.16	0.12	0.20
8	1.00	zigzag	168	0.18	0.16	0.20	215	0.09	0.07	0.10
8	1.00	lower_bay	119	0.26	0.24	0.29	215	0.25	0.14	0.35
8	1.25	patuxent	158	0.20	0.18	0.23	215	0.11	0.08	0.13
8	1.25	zigzag	159	0.18	0.15	0.20	215	0.13	0.07	0.19
8	1.25	lower_bay	134	0.28	0.25	0.30	215	0.24	0.13	0.35
12	0.75	patuxent	179	0.13	0.12	0.15	215	0.09	0.07	0.11
12	0.75	zigzag	188	0.18	0.15	0.21	215	0.08	0.06	0.10
12	0.75	lower_bay	147	0.21	0.18	0.24	215	0.15	0.11	0.20
12	1.00	patuxent	191	0.16	0.13	0.18	215	0.11	0.08	0.14
12	1.00	zigzag	192	0.16	0.14	0.19	215	0.08	0.07	0.10
12	1.00	lower_bay	166	0.19	0.17	0.21	215	0.24	0.15	0.32
12	1.25	patuxent	191	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.07	0.11
12	1.25	zigzag	198	0.16	0.13	0.18	215	0.08	0.06	0.09
12	1.25	lower_bay	166	0.17	0.15	0.19	215	0.25	0.08	0.42
28	0.75	patuxent	215	0.20	0.13	0.27	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	213	0.28	0.18	0.38	215	0.04	0.04	0.04
28	0.75	lower_bay	210	0.21	0.16	0.27	215	0.07	0.05	0.09
28	1.00	patuxent	214	0.26	0.17	0.36	215	0.04	0.03	0.05
28	1.00	zigzag	214	0.25	0.16	0.35	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	lower_bay	211	0.17	0.14	0.20	215	0.05	0.04	0.06
28	1.25	patuxent	211	0.39	0.27	0.50	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	214	0.27	0.17	0.38	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	lower_bay	210	0.21	0.16	0.27	215	0.06	0.04	0.08

Table 90: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(10%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	152	0.20	0.18	0.22	215	0.24	-0.05	0.54
4	0.75	zigzag	159	0.21	0.19	0.24	215	0.22	0.06	0.39
4	0.75	lower_bay	129	0.33	0.30	0.36	215	0.23	0.15	0.31
4	1.00	patuxent	158	0.19	0.16	0.21	215	0.32	0.19	0.46
4	1.00	zigzag	161	0.19	0.17	0.21	215	0.11	0.07	0.15
4	1.00	lower_bay	112	0.31	0.27	0.34	214	0.24	0.14	0.34
4	1.25	patuxent	169	0.24	0.21	0.26	215	0.15	0.09	0.20
4	1.25	zigzag	149	0.19	0.17	0.21	215	0.11	0.07	0.15
4	1.25	lower_bay	129	0.32	0.28	0.35	214	0.26	0.16	0.35
8	0.75	patuxent	196	0.16	0.14	0.18	215	0.08	0.06	0.10
8	0.75	zigzag	201	0.17	0.14	0.19	215	0.05	0.04	0.06
8	0.75	lower_bay	180	0.16	0.14	0.18	215	0.11	0.06	0.16
8	1.00	patuxent	204	0.17	0.14	0.19	215	0.11	0.08	0.13
8	1.00	zigzag	204	0.19	0.16	0.22	215	0.05	0.04	0.06
8	1.00	lower_bay	180	0.17	0.15	0.20	215	0.15	0.09	0.20
8	1.25	patuxent	190	0.17	0.15	0.20	215	0.10	0.07	0.13
8	1.25	zigzag	203	0.14	0.11	0.16	215	0.07	0.06	0.08
8	1.25	lower_bay	181	0.16	0.14	0.18	215	0.11	0.08	0.13
12	0.75	patuxent	206	0.32	0.22	0.41	215	0.05	0.04	0.06
12	0.75	zigzag	211	0.26	0.20	0.33	215	0.04	0.04	0.05
12	0.75	lower_bay	193	0.17	0.15	0.20	215	0.09	0.07	0.11
12	1.00	patuxent	200	0.27	0.21	0.32	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	zigzag	205	0.21	0.16	0.26	215	0.04	0.03	0.05
12	1.00	lower_bay	197	0.17	0.13	0.20	215	0.06	0.04	0.07
12	1.25	patuxent	210	0.24	0.17	0.31	215	0.06	0.04	0.07
12	1.25	zigzag	212	0.25	0.18	0.32	215	0.04	0.03	0.05
12	1.25	lower_bay	206	0.16	0.14	0.18	215	0.07	0.05	0.08
28	0.75	patuxent	215	0.25	0.12	0.38	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	zigzag	215	0.15	0.10	0.21	215	0.02	0.02	0.02
28	0.75	lower_bay	214	0.37	0.23	0.50	215	0.03	0.03	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.20	0.12	0.27	215	0.02	0.02	0.03
28	1.00	zigzag	215	0.17	0.11	0.24	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.23	0.14	0.31	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	patuxent	214	0.17	0.11	0.24	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	zigzag	215	0.21	0.09	0.33	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.27	0.19	0.34	215	0.03	0.02	0.03

Table 91: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	76	0.26	0.23	0.28	213	0.28	0.20	0.36
4	0.75	zigzag	94	0.23	0.21	0.26	214	0.30	0.22	0.38
4	0.75	lower_bay	54	0.32	0.29	0.35	207	0.18	0.14	0.21
4	1.00	patuxent	75	0.25	0.22	0.29	213	0.31	0.20	0.43
4	1.00	zigzag	91	0.25	0.23	0.28	215	0.27	0.17	0.36
4	1.00	lower_bay	59	0.32	0.29	0.35	197	0.24	0.18	0.29
4	1.25	patuxent	84	0.24	0.22	0.27	214	0.30	0.21	0.39
4	1.25	zigzag	77	0.26	0.23	0.29	215	0.34	0.24	0.44
4	1.25	lower_bay	70	0.28	0.25	0.30	204	0.21	0.14	0.27
8	0.75	patuxent	164	0.19	0.17	0.20	215	0.21	0.16	0.26
8	0.75	zigzag	149	0.20	0.18	0.22	215	0.23	0.15	0.31
8	0.75	lower_bay	113	0.20	0.18	0.23	214	0.18	0.12	0.24
8	1.00	patuxent	153	0.18	0.16	0.20	215	0.34	0.20	0.48
8	1.00	zigzag	152	0.20	0.18	0.22	215	0.19	0.09	0.28
8	1.00	lower_bay	124	0.22	0.19	0.24	215	0.21	0.12	0.31
8	1.25	patuxent	122	0.17	0.15	0.20	215	0.36	0.16	0.56
8	1.25	zigzag	148	0.20	0.18	0.22	215	0.10	0.08	0.11
8	1.25	lower_bay	128	0.24	0.21	0.26	214	0.16	0.11	0.21
12	0.75	patuxent	161	0.16	0.14	0.19	215	0.12	0.09	0.15
12	0.75	zigzag	186	0.17	0.14	0.20	215	0.11	0.07	0.14
12	0.75	lower_bay	153	0.17	0.15	0.19	215	0.10	0.08	0.13
12	1.00	patuxent	173	0.16	0.14	0.18	215	0.19	0.14	0.24
12	1.00	zigzag	191	0.19	0.16	0.23	215	0.12	0.09	0.15
12	1.00	lower_bay	169	0.19	0.17	0.21	215	0.25	0.16	0.34
12	1.25	patuxent	156	0.18	0.15	0.21	215	0.13	0.11	0.16
12	1.25	zigzag	193	0.16	0.14	0.19	215	0.09	0.08	0.11
12	1.25	lower_bay	137	0.19	0.17	0.21	215	0.09	0.08	0.11
28	0.75	patuxent	210	0.19	0.14	0.24	215	0.09	0.07	0.10
28	0.75	zigzag	214	0.21	0.13	0.30	215	0.05	0.05	0.06
28	0.75	lower_bay	203	0.16	0.12	0.20	215	0.08	0.07	0.10
28	1.00	patuxent	207	0.35	0.20	0.50	215	0.09	0.08	0.11
28	1.00	zigzag	214	0.19	0.11	0.26	215	0.05	0.04	0.06
28	1.00	lower_bay	200	0.17	0.13	0.20	215	0.06	0.05	0.07
28	1.25	patuxent	208	0.32	0.22	0.41	215	0.07	0.06	0.08
28	1.25	zigzag	213	0.19	0.11	0.27	215	0.04	0.04	0.05
28	1.25	lower_bay	195	0.16	0.13	0.20	215	0.05	0.04	0.06

Table 92: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	181	0.16	0.13	0.19	215	0.10	0.06	0.13
4	0.75	zigzag	190	0.17	0.14	0.21	215	0.05	0.04	0.07
4	0.75	lower_bay	187	0.17	0.13	0.20	215	0.11	0.08	0.13
4	1.00	patuxent	186	0.19	0.15	0.22	215	0.12	0.09	0.14
4	1.00	zigzag	194	0.15	0.11	0.18	215	0.10	0.06	0.14
4	1.00	lower_bay	194	0.17	0.13	0.22	215	0.11	0.08	0.14
4	1.25	patuxent	194	0.16	0.13	0.19	215	0.15	0.10	0.19
4	1.25	zigzag	202	0.15	0.11	0.18	215	0.05	0.04	0.07
4	1.25	lower_bay	182	0.12	0.11	0.14	215	0.10	0.07	0.13
8	0.75	patuxent	210	0.32	0.22	0.42	215	0.07	0.06	0.08
8	0.75	zigzag	215	0.29	0.16	0.42	215	0.04	0.04	0.05
8	0.75	lower_bay	207	0.24	0.17	0.32	215	0.04	0.03	0.05
8	1.00	patuxent	213	0.21	0.16	0.27	215	0.07	0.06	0.09
8	1.00	zigzag	215	0.22	0.14	0.30	215	0.04	0.03	0.04
8	1.00	lower_bay	209	0.27	0.20	0.34	215	0.04	0.03	0.05
8	1.25	patuxent	207	0.21	0.13	0.28	215	0.08	0.07	0.10
8	1.25	zigzag	215	0.16	0.09	0.23	215	0.04	0.04	0.05
8	1.25	lower_bay	212	0.23	0.16	0.30	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.16	0.11	0.21	215	0.07	0.06	0.08
12	0.75	zigzag	215	0.20	0.11	0.28	215	0.04	0.03	0.04
12	0.75	lower_bay	211	0.20	0.13	0.28	215	0.03	0.03	0.04
12	1.00	patuxent	212	0.32	0.17	0.47	215	0.05	0.04	0.06
12	1.00	zigzag	215	0.11	0.08	0.13	215	0.04	0.03	0.04
12	1.00	lower_bay	215	0.23	0.10	0.36	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	patuxent	214	0.15	0.10	0.20	215	0.06	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.18	0.10	0.27	215	0.04	0.03	0.04
12	1.25	lower_bay	215	0.26	0.16	0.35	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	patuxent	215	0.11	0.08	0.14	215	0.05	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	215	0.08	0.06	0.10	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.07	0.05	0.09	215	0.02	0.02	0.03
28	1.00	patuxent	215	0.09	0.07	0.11	215	0.04	0.04	0.05
28	1.00	zigzag	215	0.07	0.05	0.09	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.09	0.05	0.12	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.10	0.07	0.13	215	0.04	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.07	0.05	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.06	0.05	0.08	215	0.02	0.01	0.02

Table 93: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability variable(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	212	0.29	0.20	0.37	215	0.09	0.07	0.11
4	0.75	zigzag	213	0.20	0.11	0.29	215	0.04	0.03	0.05
4	0.75	lower_bay	199	0.28	0.19	0.38	215	0.06	0.04	0.07
4	1.00	patuxent	214	0.30	0.20	0.39	215	0.08	0.06	0.11
4	1.00	zigzag	213	0.22	0.13	0.32	215	0.04	0.03	0.05
4	1.00	lower_bay	194	0.15	0.11	0.18	215	0.07	0.05	0.09
4	1.25	patuxent	212	0.25	0.17	0.34	215	0.09	0.07	0.10
4	1.25	zigzag	214	0.25	0.18	0.33	215	0.06	0.05	0.07
4	1.25	lower_bay	211	0.19	0.14	0.24	215	0.04	0.04	0.05
8	0.75	patuxent	215	0.22	0.16	0.29	215	0.05	0.05	0.06
8	0.75	zigzag	215	0.11	0.08	0.14	215	0.03	0.03	0.03
8	0.75	lower_bay	214	0.15	0.08	0.23	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	patuxent	215	0.24	0.18	0.31	215	0.06	0.05	0.07
8	1.00	zigzag	215	0.11	0.08	0.15	215	0.03	0.03	0.03
8	1.00	lower_bay	213	0.29	0.19	0.39	215	0.03	0.03	0.04
8	1.25	patuxent	214	0.28	0.17	0.38	215	0.05	0.05	0.06
8	1.25	zigzag	214	0.13	0.06	0.21	215	0.03	0.03	0.03
8	1.25	lower_bay	213	0.30	0.11	0.48	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.14	0.10	0.18	215	0.06	0.05	0.06
12	0.75	zigzag	215	0.11	0.08	0.15	215	0.03	0.02	0.03
12	0.75	lower_bay	215	0.16	0.11	0.21	215	0.02	0.02	0.02
12	1.00	patuxent	215	0.16	0.11	0.22	215	0.04	0.04	0.05
12	1.00	zigzag	215	0.12	0.07	0.17	215	0.03	0.03	0.03
12	1.00	lower_bay	215	0.14	0.08	0.20	215	0.03	0.02	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.11	0.07	0.15	215	0.05	0.05	0.06
12	1.25	zigzag	215	0.10	0.07	0.14	215	0.03	0.02	0.03
12	1.25	lower_bay	215	0.08	0.07	0.10	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.07	0.06	0.09	215	0.04	0.03	0.04
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.03
28	0.75	lower_bay	215	0.05	0.03	0.08	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.09	0.06	0.12	215	0.03	0.03	0.04
28	1.00	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.02	0.02	0.02
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.04	0.08	215	0.02	0.01	0.02
28	1.25	patuxent	215	0.07	0.06	0.09	215	0.03	0.03	0.04
28	1.25	zigzag	215	0.04	0.03	0.04	215	0.02	0.02	0.02
28	1.25	lower_bay	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.01

Table 94: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 2.5% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	97	0.24	0.21	0.27	208	0.24	0.15	0.32
4	0.75	zigzag	97	0.24	0.22	0.26	215	0.15	0.09	0.21
4	0.75	lower_bay	77	0.27	0.25	0.30	204	0.19	0.15	0.24
4	1.00	patuxent	93	0.22	0.19	0.24	214	0.23	0.15	0.30
4	1.00	zigzag	99	0.23	0.21	0.26	215	0.12	0.09	0.15
4	1.00	lower_bay	68	0.25	0.22	0.28	213	0.18	0.14	0.21
4	1.25	patuxent	98	0.24	0.22	0.27	204	0.20	0.14	0.27
4	1.25	zigzag	83	0.25	0.22	0.28	215	0.13	0.09	0.18
4	1.25	lower_bay	85	0.27	0.24	0.29	206	0.15	0.11	0.19
8	0.75	patuxent	150	0.15	0.12	0.17	215	0.17	0.10	0.25
8	0.75	zigzag	147	0.19	0.16	0.21	215	0.08	0.06	0.10
8	0.75	lower_bay	107	0.20	0.18	0.22	215	0.17	0.12	0.22
8	1.00	patuxent	143	0.16	0.14	0.19	215	0.09	0.07	0.10
8	1.00	zigzag	150	0.17	0.15	0.19	215	0.09	0.06	0.11
8	1.00	lower_bay	123	0.22	0.20	0.24	215	0.15	0.11	0.19
8	1.25	patuxent	155	0.20	0.18	0.22	215	0.08	0.07	0.10
8	1.25	zigzag	153	0.18	0.16	0.20	215	0.08	0.06	0.09
8	1.25	lower_bay	109	0.22	0.20	0.24	214	0.11	0.09	0.14
12	0.75	patuxent	183	0.16	0.13	0.18	215	0.07	0.05	0.08
12	0.75	zigzag	170	0.18	0.16	0.21	215	0.08	0.05	0.10
12	0.75	lower_bay	152	0.16	0.14	0.18	215	0.08	0.06	0.10
12	1.00	patuxent	172	0.18	0.15	0.21	215	0.07	0.05	0.08
12	1.00	zigzag	182	0.18	0.15	0.21	215	0.08	0.05	0.10
12	1.00	lower_bay	155	0.17	0.15	0.19	215	0.12	0.06	0.18
12	1.25	patuxent	177	0.16	0.14	0.18	215	0.09	0.07	0.10
12	1.25	zigzag	187	0.17	0.15	0.19	215	0.06	0.05	0.07
12	1.25	lower_bay	156	0.17	0.16	0.19	215	0.12	0.07	0.16
28	0.75	patuxent	213	0.18	0.13	0.24	215	0.04	0.04	0.05
28	0.75	zigzag	209	0.15	0.12	0.18	215	0.03	0.03	0.04
28	0.75	lower_bay	211	0.17	0.14	0.21	215	0.05	0.04	0.05
28	1.00	patuxent	214	0.19	0.13	0.25	215	0.04	0.03	0.05
28	1.00	zigzag	210	0.17	0.12	0.22	215	0.03	0.02	0.03
28	1.00	lower_bay	210	0.18	0.14	0.22	215	0.05	0.03	0.06
28	1.25	patuxent	213	0.18	0.14	0.22	215	0.03	0.02	0.03
28	1.25	zigzag	208	0.15	0.12	0.19	215	0.02	0.02	0.03
28	1.25	lower_bay	203	0.23	0.12	0.34	215	0.05	0.04	0.06



Table 95: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 11.25% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	207	0.15	0.12	0.18	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	zigzag	202	0.15	0.12	0.18	215	0.05	0.04	0.06
4	0.75	lower_bay	188	0.17	0.13	0.22	215	0.11	0.06	0.16
4	1.00	patuxent	204	0.18	0.13	0.22	215	0.05	0.04	0.06
4	1.00	zigzag	208	0.13	0.10	0.16	215	0.03	0.02	0.03
4	1.00	lower_bay	186	0.14	0.12	0.15	215	0.07	0.05	0.09
4	1.25	patuxent	199	0.13	0.10	0.16	215	0.05	0.04	0.06
4	1.25	zigzag	201	0.15	0.13	0.18	215	0.03	0.02	0.04
4	1.25	lower_bay	181	0.18	0.15	0.20	215	0.06	0.04	0.07
8	0.75	patuxent	214	0.24	0.13	0.35	215	0.02	0.02	0.02
8	0.75	zigzag	214	0.13	0.09	0.17	215	0.03	0.02	0.03
8	0.75	lower_bay	209	0.19	0.13	0.24	215	0.03	0.03	0.04
8	1.00	patuxent	215	0.14	0.10	0.18	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	zigzag	215	0.19	0.11	0.27	215	0.02	0.02	0.03
8	1.00	lower_bay	213	0.18	0.13	0.22	215	0.03	0.02	0.04
8	1.25	patuxent	215	0.31	0.18	0.44	215	0.03	0.02	0.03
8	1.25	zigzag	214	0.10	0.08	0.12	215	0.02	0.02	0.02
8	1.25	lower_bay	210	0.17	0.11	0.23	215	0.03	0.03	0.04
12	0.75	patuxent	215	0.13	0.08	0.18	215	0.02	0.02	0.02
12	0.75	zigzag	215	0.10	0.07	0.13	215	0.02	0.01	0.02
12	0.75	lower_bay	215	0.15	0.10	0.21	215	0.02	0.02	0.03
12	1.00	patuxent	215	0.16	0.10	0.23	215	0.02	0.01	0.02
12	1.00	zigzag	215	0.11	0.05	0.17	215	0.02	0.01	0.02
12	1.00	lower_bay	215	0.09	0.07	0.12	215	0.03	0.02	0.03
12	1.25	patuxent	215	0.10	0.07	0.12	215	0.02	0.02	0.02
12	1.25	zigzag	215	0.09	0.07	0.12	215	0.02	0.01	0.02
12	1.25	lower_bay	210	0.18	0.11	0.25	215	0.03	0.02	0.03
28	0.75	patuxent	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.06	0.05	0.07	215	0.01	0.01	0.02
28	1.00	patuxent	215	0.04	0.03	0.05	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.06	0.04	0.08	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.04	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	lower_bay	215	0.07	0.05	0.09	215	0.01	0.01	0.01

Table 96: RMSE for each design under the scenario of year 2018 , spatial structure none , sightability constant(40%) , biomass 20.0% . n: number of Monte Carlo replicate with biomass estimate, lwr and upr are 95% confidence interval for RMSE.

Carson	Ratio	Area	Side-scan							
			50m				200m			
			n	rmse	lwr	upr	n	rmse	lwr	upr
4	0.75	patuxent	214	0.15	0.10	0.21	215	0.03	0.02	0.03
4	0.75	zigzag	214	0.15	0.10	0.19	215	0.02	0.02	0.02
4	0.75	lower_bay	208	0.18	0.13	0.22	215	0.05	0.03	0.06
4	1.00	patuxent	213	0.11	0.08	0.14	215	0.02	0.02	0.02
4	1.00	zigzag	214	0.16	0.10	0.22	215	0.02	0.02	0.02
4	1.00	lower_bay	211	0.17	0.11	0.24	215	0.03	0.02	0.04
4	1.25	patuxent	212	0.27	0.10	0.45	215	0.02	0.02	0.02
4	1.25	zigzag	215	0.19	0.12	0.26	215	0.02	0.02	0.02
4	1.25	lower_bay	208	0.23	0.16	0.29	215	0.04	0.03	0.04
8	0.75	patuxent	215	0.09	0.05	0.14	215	0.02	0.01	0.02
8	0.75	zigzag	215	0.07	0.05	0.09	215	0.01	0.01	0.02
8	0.75	lower_bay	215	0.25	0.07	0.43	215	0.02	0.02	0.02
8	1.00	patuxent	215	0.07	0.05	0.10	215	0.01	0.01	0.02
8	1.00	zigzag	215	0.09	0.06	0.12	215	0.01	0.01	0.01
8	1.00	lower_bay	214	0.23	0.14	0.33	215	0.02	0.02	0.03
8	1.25	patuxent	215	0.10	0.07	0.14	215	0.02	0.01	0.02
8	1.25	zigzag	215	0.08	0.05	0.11	215	0.01	0.01	0.01
8	1.25	lower_bay	214	0.13	0.09	0.17	215	0.02	0.01	0.02
12	0.75	patuxent	215	0.09	0.06	0.11	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	zigzag	215	0.06	0.05	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	0.75	lower_bay	215	0.07	0.06	0.09	215	0.01	0.01	0.02
12	1.00	patuxent	215	0.05	0.04	0.06	215	0.01	0.01	0.02
12	1.00	zigzag	215	0.08	0.04	0.12	215	0.01	0.01	0.01
12	1.00	lower_bay	215	0.08	0.02	0.13	215	0.01	0.01	0.02
12	1.25	patuxent	215	0.06	0.04	0.07	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	zigzag	215	0.11	0.06	0.16	215	0.01	0.01	0.01
12	1.25	lower_bay	215	0.07	0.05	0.09	215	0.01	0.01	0.02
28	0.75	patuxent	215	0.02	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	zigzag	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	0.75	lower_bay	215	0.03	0.03	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	patuxent	215	0.02	0.01	0.02	215	0.01	0.01	0.01
28	1.00	zigzag	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.00	0.01
28	1.00	lower_bay	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.01	0.01
28	1.25	patuxent	215	0.03	0.02	0.04	215	0.01	0.00	0.01
28	1.25	zigzag	215	0.03	0.02	0.04	215	0.00	0.00	0.00
28	1.25	lower_bay	215	0.03	0.02	0.03	215	0.01	0.01	0.01