

P

Kartläggning av
avgasutsläpp
från svenska
fritidsbåtar

Point

A Kaserntorget 1
411 18 Gothenburg, Sweden

Rapport nr 1687-2001
Författare Markus Lagerqvist
Anton Svensson
Kristofer Lövfenberg
Datum 2021-01-21

E hello@point.nu
W point.nu

Innehåll

Bakgrund och syfte	3
Sammanfattning	4
1. Primärdata: Båt och motortyper	6
1.1 Målpopulation och tillvägagångssätt	6
1.2 Uppräkning och klassificering	7
1.3 Saknade värden i datamängden	8
1.4 Båtägande och båttyper	9
2. Utsläpp av koldioxid och kolväten	12
2.1 Beräkningar av koldioxidutsläpp	12
2.2 Beräkningar av kolväteutsläpp	14
2.3 Utsläpp av koldioxid och kolväte	15
2.4 Fördelning av koldioxidutsläpp	16
2.5 Fördelning av koldioxidutsläppen på båttyper	17
2.6 Fördelning av koldioxidutsläppen på motortyper	18
3. Utsläpp av PAH:er	20
3.1 PAH:er	20
4. Inköp och försäljning av båtbränsle	24
4.1 Inköp och försäljning av båtbränsle	24
4.2 Incitament till att tanka miljövänligare	26
Bilaga: Data om tvåtaktare av traditionell typ	27
Bilaga: Berättande svar från sjömackar	30

Bakgrund och syfte

Det finns idag inga säkra uppgifter om avgasutsläpp från motorer på svenska fritidsbåtar. De uppgifter som finns är behäftade med stor osäkerhet.

Fritidsbåtstrafik orsakar utsläpp av tungmetaller, olja, bensin och andra kolväten. Ett av de största miljöproblemen är den stora andelen av tvåtaktsmotorer bland framför allt de mindre utombordsmotorerna.

Transportstyrelsen har, med finansiering genom Havs- och vattenmyndighetens anslag 1:11 Åtgärder för havs och vattenmiljön, givit Point AB uppdrag att genomföra en undersökning bland ägare av fritidsbåtar för att få en uppskattning på utsläpp av koldioxid och andra farliga ämnen från båtmotorer.

Detta är viktigt för att kunna ta fram relevanta och väl underbyggda åtgärder på området, samt för att kunna sprida denna kunskap, inte minst att båtägarna själva får kännedom om vilket bidrag de har på miljö och klimat.

De miljö kvalitetsmål som är aktuella för detta arbete är Hav i balans samt levande kust och skärgård, Levande sjöar och vattendrag, Giftfri miljö, Ingen övergödning, Bara naturlig försurning, Frisk luft och Begränsad klimatpåverkan.

Transportstyrelsen har inte tagit ställning till resultaten i rapporten. Författarna svarar för innehåll, metodik och slutsatser.

Sammanfattning

De totala beräknade utsläppen från svenska fritidsbåtar var 2019 ca 176 600 ton koldioxid och 2 100 ton kolväten. Den allra största delen av koldioxidutsläppen sker från båtar längs landets havskust – dessa står för ca 60 procent av koldioxidutsläppen. Det kan jämföras med utsläppen från inrikes kommersiell sjöfart som enligt SCB:s statistik för 2019 beräknats till 530 000 ton.

Dieselmotorer står för 36 procent av koldioxidutsläppen. Bland övriga motortyper orsakas de största koldioxidutsläppen av 4-takts utombordsmotorer. 2-takts utombordsmotorer av traditionell typ med förgasare är den typ av motor som i särklass släpper ut mest kolväte. Den motortypen står för 65 procent av kolväteutsläppen.

Undersökningen innehåller även en uppskattning av utsläppen av polycykliska aromatiska kolväten (PAH1–4) som visar att tvåtaktare med traditionell förgasare står för årliga utsläpp på ca nio kg till luft. Det motsvarar ca tio procent av de totala utsläppen från inrikes transporter i Sverige.

Metodik

Genom att samla in data från hushåll kring deras båtar, båtarnas motorer, hur mycket de används och på vilket bränsle de körs har med hjälp av nyckeltal för motortyper och bränslen beräknats totala årliga utsläpp av koldioxid och kolväten under 2019.

Primärdata

Uppgifter från intervjuer med 1494 motorbåtshushåll om 2010 motorbåtar, deras motorer, körda sjömil under 2019 och använd bränsletyp.



Nyckeltal

Densitet olika bränslen, emissionsfaktorer och nyckeltal för kolväteutsläpp i procent av bränsleförbrukning för olika motortyper.



Resultat

Uppräkning till nationell nivå avseende totalt koldioxid- och bränsleutsläpp under 2019.

Resultatens tillförlitlighet

I ca 11 procent av hushållen finns minst en båt med motor. Detta innebär det att det i Sverige finns 431 600 kosthushåll med minst en båt med motor (felmarginal ± 6 900 med 95 procent konfidens). I dessa hushåll finns i genomsnitt 1,3 båtar med motor.

Siffrorna över båtarnas totala utsläpp ska ses som en uppskattning då det finns osäkerhet i svaren från båtägarna, framför allt avseende deras uppskattning av körda sjömil under året och därmed årlig bränsleförbrukning (se vidare kapitel 1.3).

Det finns också ofullständigheter i de publicerade grunddata som utgör bas för beräkningarna, exempelvis avseende uppgifter kring utsläppsnivåer från olika typer av båtmotorer och bränslen och hur de fördelas mellan luft och vatten, varför schablonvärden i vissa fall fått användas (se vidare kapitel 2.1–2.3).

Det går inte att ange en exakt felmarginal för uppskattningen på 176 600 ton, men resultatet kan jämföras med beräkningar från SMED¹ baserat på Båtlivsundersökningen 2015². De kom fram till att användningen av svenska fritidsbåtar under 2015 lett till koldioxidutsläpp på 174 000 ton. Beräkningen från denna undersökning stämmer alltså väl överens med tidigare publicerad uppskattning.

Som en ytterligare kontroll av rimligheten i uppskattningen samlades även in uppgifter från sjömackar kring årlig försäljning av båtbränsle. Fritidsbåtsägarna uppskattar att de köper knappt 30 procent av sitt bränsle på sjömackar, en siffra som dock bör tolkas med en viss försiktighet, då många båtägare har svårt att ange fördelningen.

Uppräknat till nationell nivå innebär det att det totalt såldes 38,4 miljoner liter bränsle till fritidsbåtar under 2019, vilket kan jämföras med båtägarnas egna uppskattningar att de under 2019 köpt ca 35,3 miljoner liter bränsle. Det innebär att det är en skillnad på 8,8 procent mellan båtmackarnas uppskattade försäljning och fritidsbåtsägarnas uppskattade inköp under 2019, dvs. en förhållandevis god överensstämmelse även dem emellan.

¹ Svenska MiljöEmissionsData – är ett konsortium inom vilket de fyra organisationerna IVL Svenska Miljöinstitutet AB, SCB, SLU och samarbetar.

² Båtlivsundersökningen 2015 – Transportstyrelsen, rapport dnr TSG 2016-534, mars 2016.

1. Primärdata: Båt- och motortyper

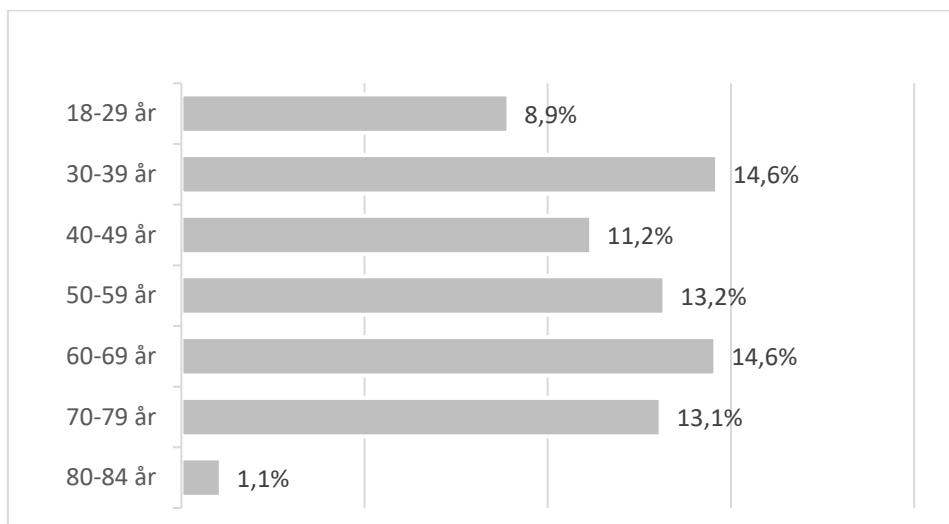
1.1 Målpopulation och tillvägagångssätt

Undersökningen är giltig för ägare av fritidsbåtar med motor i Sverige, i åldern 18–84 år. Informationen har samlats in med hjälp av en kombination webbintervjuer med ägare av fritidsbåtar. Intervjuerna genomfördes av PFM Research AB under januari–februari 2020.

Bland ägare av fritidsbåtar med motor genomfördes totalt 1 494 intervjuer, avseende 2 010 båtar och 2 932 motorer. Urvalet gjordes på hushållsnivå.

Urvalsenheten i undersökningen är hushåll, med invånare i åldern 18–84 år. Varje respondent har givit uppgifter om hushållets båtar och hur de använts, men är nödvändigtvis inte den som är ägare till båten eller båtarna. Fördelningen av respondenterna på kön (51 procent män och 49 procent kvinnor) och ålder ska därför inte läsas som en fördelning av kön och ålder för de svenska fritidsbåtsägarna.

Fig. 1.1 Respondenternas ålder (%)



1.2. Uppräkning och klassificering

Uppräkning till nationell nivå

I Sverige finns totalt 3 819 400 kosthushåll (18–80 år)³.

Med kosthushåll menas de personer som bor i samma bostad och har gemensam hushållning. I kosthushållet ingår även barn som är 20 år eller äldre och bor hemma. Ett kosthushåll kan också bestå av flera generationer, syskon eller kompisar som bor tillsammans och har gemensam hushållning.

Vid uppräkning av utsläppen till nationell nivå har använts en uppräkningsfaktor på 288,88, motsvarande hushåll inom åldersintervallet 18–80 år. Det innebär att hushåll 81 år eller äldre inte inkluderats vid uppräkningsen.

Klassificering av båtmotorer

Vid datainsamlingen har följande uppgifter om varje båts motorer efterfrågats:

- Inom- eller utombordare
- Fabrikat och modellbeteckning
- Årsmodell
- Effekt
- Bränsletyp

Vid beräkningen av utsläppen från motorerna har olika nyckeltal använts, baserat på motortyp, årsmodell, effekt och bränsle.⁴

³ SCB, 2017.

⁴ För framtagning av nyckeltal har bland annat Hav- och vatten-myndigheten, Naturvårdsverket, Sweboat och Tveitan Marine AB konsulterats.

1.3. Saknade värden i datamängden

En källa till osäkerhet i undersökningen är att en betydande andel av respondenterna inte har kunnat svara på samtliga frågor. Det finns därför i grunddatat en andel "vet ej"-svar på vissa av frågorna. Exempelvis om en båtägare vet hur många sjömil hen kört, men inte hur mycket bränsle som förbrukats, eller om båtens längd är känd, men inte dess vikt.

För att kunna använda datamängden för uppräkningsarna har saknade värden i ett antal fall imputerats, dvs. ersatts med nya värden som kan antas ligga nära de sanna värdena.

På följande frågor har saknade värden ersatts med imputerade värden:

- Båtens längd
- Båtens vikt
- Motorns årsmodell
- Motorns effekt
- Körda sjömil under året
- Förbrukat bränsle under året

Följande principer har tillämpats:

Båtens längd: I de fall båtens vikt angivits har båtens längd beräknats baserat på båtens vikt. I de fall varken vikt eller längd angivits har medelvärde för båtkategorin använts.

Båtens vikt: I de fall båtens längd angivits har båtens vikt beräknats baserat på båtens längd. I de fall varken vikt eller längd angivits har medelvärde för båtkategorin använts.

Motorns årsmodell: Medelvärdet för motorkategorin har använts. Se figur 1.3 för kategorier.

Motorns effekt: Medelvärdet för motorkategorin har använts.

Körda sjömil under året: Medianvärdet för båtkategorin har använts.

Förbrukat bränsle under året: Funktion av antal körda sjömil och medelbränsleförbrukning per sjömil för den aktuella båtkategorin.

Sammantaget har respondenternas uppgifter om totalt antal båtar, antal båtar per hushåll, motortyper och antal motorer god tillförlitlighet, medan det finns större osäkerhet rörande uppskattningar av antal körda sjömil och mängden förbrukat bränsle under året och till viss grad använd bränsletyp.

1.4 Båtägande och båttyper

I totalt 11,3 procent av hushållen finns minst en båt med motor ($\pm 1,6$ procent med 95 procent konfidens).

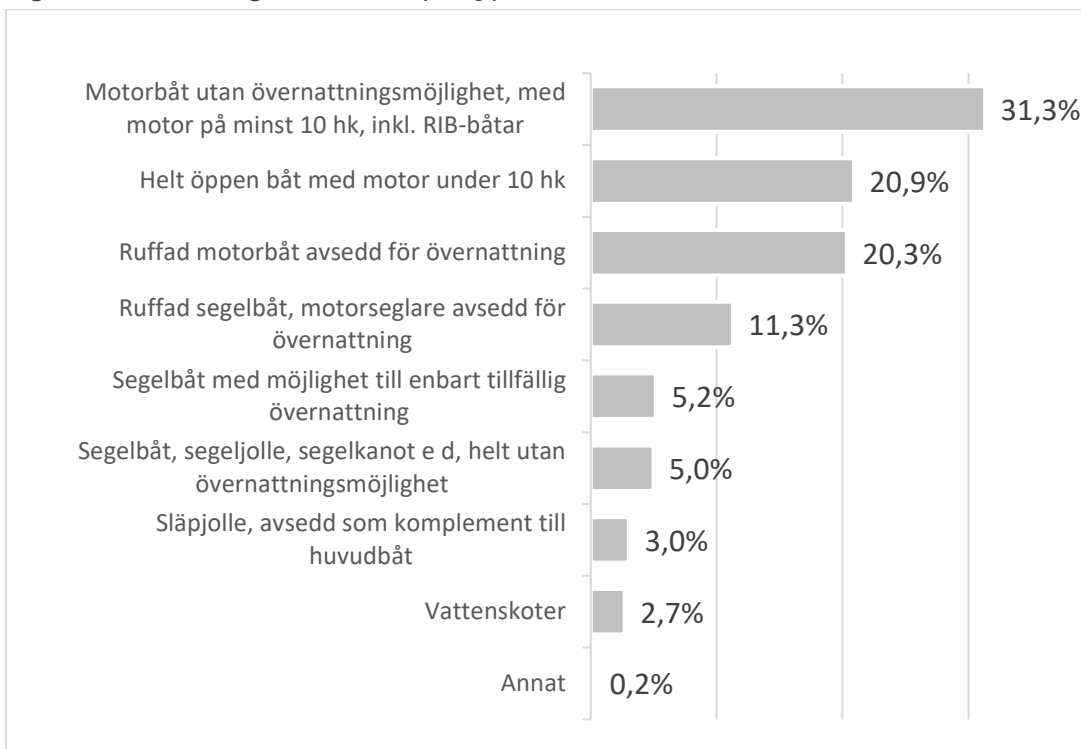
Detta innebär det att det i Sverige finns 431 600 kosthushåll ($\pm 6 900$ med 95 procent konfidens) med minst en båt med motor. I dessa hushåll finns i genomsnitt 1,3 båtar med motor, dvs. totalt ca 561 000 båtar med motor.

Den vanligaste typen är motorbåtar utan övernattningsmöjlighet, (motor på minst 10 hk), följt av helt öppen båt med motor under 10 hk och ruffad motorbåt avsedd för övernattnig.

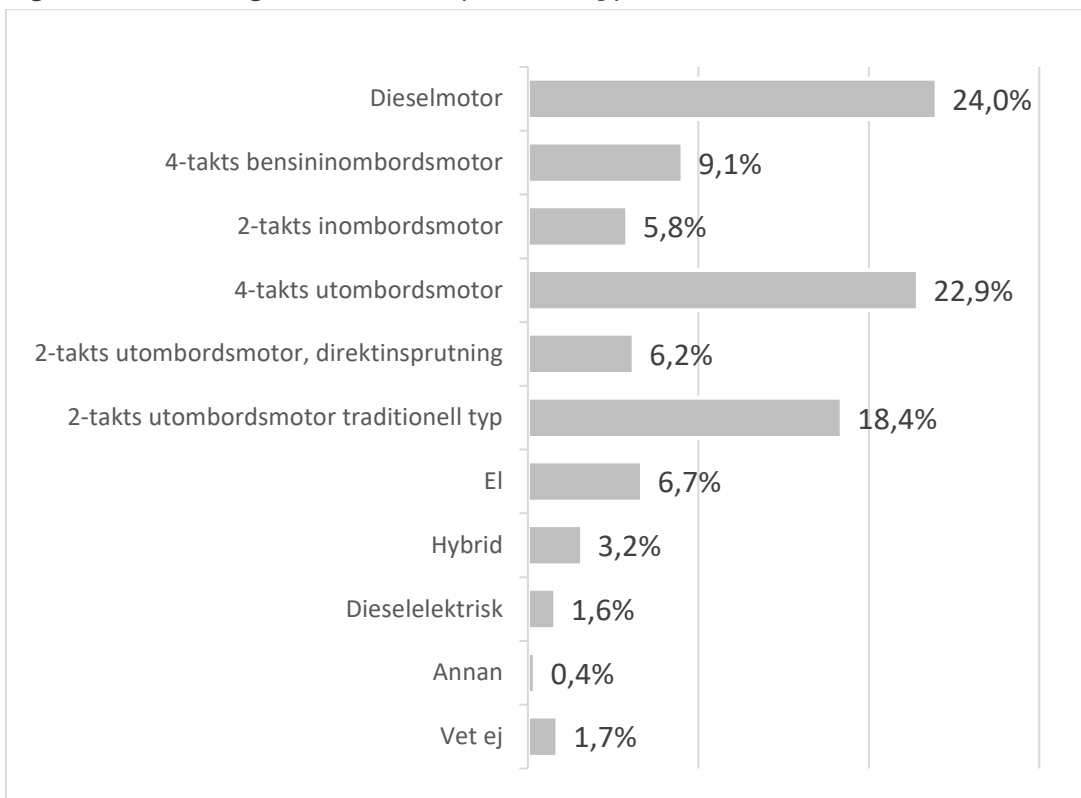
Tabell 1.1 Andel av hushållen som innehar olika båttyper (%)

	Andel av hushållen i Sverige (%)
Helt öppen båt med motor under 10 hk	2,4
Motorbåt utan övernattningsmöjlighet, med motor på minst 10 hk, inkl. RIB-båtar	3,5
Ruffad motorbåt avsedd för övernattnig	2,3
Segelbåt, segeljolle, segelkanot eller dylikt, helt utan övernattningsmöjlighet	0,6
Segelbåt med möjlighet till enbart tillfällig övernattnig	0,6
Ruffad segelbåt, motorseglare avsedd för övernattnig	1,3
Släpjolle, avsedd som komplement till huvudbåt	0,3
Vattenskoter	0,3
Annan båt med motor	0,0
Ingen båt med motor i hushållet	88,7

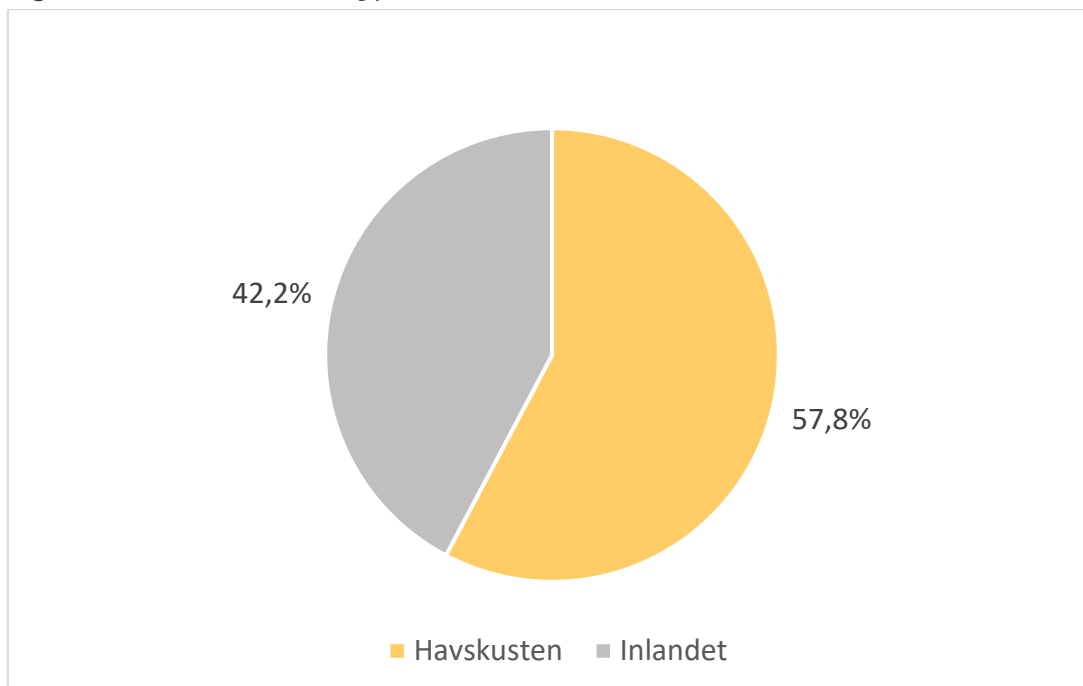
Figur 1.2 Fördelning av båtarna på typ av båt (%)



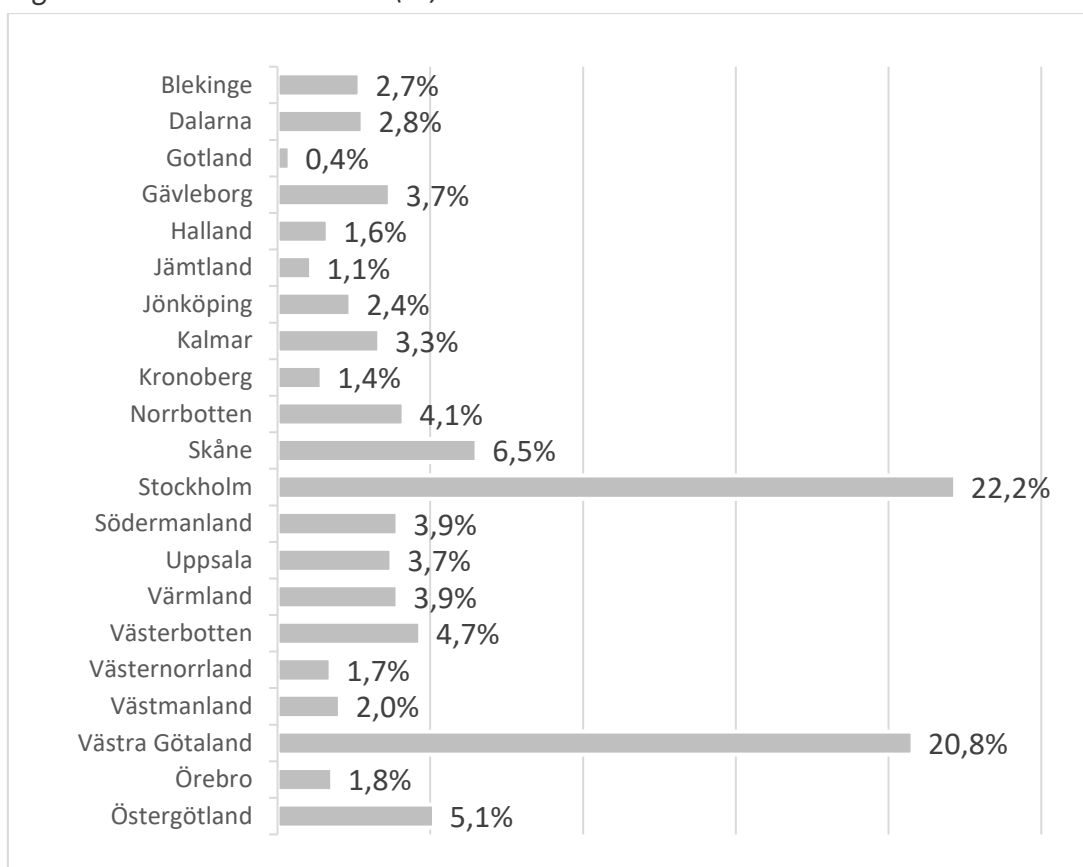
Figur 1.3 Fördelning av motorerna på motortyp (%)



Figur 1.4 Båtens hemvist: typ av vatten (%)



Figur 1.5 Båtens hemvist: län (%)



2. Utsläpp av koldioxid och kolväten

2.1 Beräkningar av koldioxidutsläpp

Från intervjuerna med båthushåll kommer uppgifter om hur mycket bränsle varje båthushåll har förbrukat under året samt hur många båtar och motorer varje hushåll äger. Den totala mängden koldioxid (CO₂) är en summering av respektive motors årliga utsläpp. För att beräkna koldioxidutsläppen för respektive motor används nedanstående formel. Resultaten summeras och multipliceras upp till nationell nivå, baserat på antal hushåll i landet.

$$\text{gram CO}_2 \text{ per motor} = \frac{\text{Förbrukat bränsle under året [liter]}}{\text{Antal motorer}} \times \text{Emissionsfaktor} \left[\frac{\text{g CO}_2}{\text{liter}} \right]$$

För att räkna ut koldioxidutsläppen i Sverige från fritidsbåtar har beräkningen gjorts på respektive motor och sedan summerats för olika kategorier. För respektive motor används uppgifter om dess årliga bränsleförbrukning och bränslets klimatpåverkan (emissionsfaktor).

Varje respondent har angivit sin årliga bränsleförbrukning. Vid ej svar har en funktion av antal körda sjömil och medelbränsleförbrukning per sjömil för den aktuella båtkategorin används för att uppskatta en genomsnittlig årlig bränsleförbrukning.

Om en respondent har haft mer än en båt/motor har mängden förbrukat bränsle under året av beräkningstekniska skäl fördelats jämnt mellan respondentens alla olika motorer. Detta för att få årlig bränsleförbrukning på respektive motor. Antagandet kan ge en fördelning som inte helt återspeglar bruket eftersom förbrukningens exakta fördelning över hushållets motorer inte är känd.

Från Energimyndigheten har emissionsfaktorer⁵ hämtats för respektive bränsle. Vid ej svar har ett medelvärde använts. Elmotorer ingår ej i beräkningen.

⁵ Energimyndighetens emissionsfaktorer är beräknade utifrån ett livscykelperspektiv (s.k. well-to-wheel). Mer information om emissionsfaktorerna finns på Energimyndighetens webbplats: www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/vaxthusgasutslapp/

Uträkningarna av utsläpp av koldioxid har inte tagit hänsyn till motorernas spolförluster, det då inte finns tillräckliga uppgifter om detta för olika motorer. Spolförlust är den mängd av bränslet som går ut med avgaserna utan att förbrännas i motorn och olika motorer har olika stora spolförluster. Äldre 2-taktsmotorer med förgasare är de motorer med störst spolförluster. Spolförlusterna utgör ca 20–30 procent av bränsleförbrukningen för dessa motorer. Det betyder att utsläppen av koldioxid direkt till luften är något lägre än vad som redovisas i rapporten.

2.2 Beräkningar av kolväteutsläpp

Beräkningar av utsläpp av kolväten (HC) är gjorda enligt formeln nedan. Detta ger mängd kolväteutsläpp för varje motor. Resultatet har summerats och multiplicerats upp till nationell nivå.

$$HC \text{ kg per motor} = \frac{\text{Förbrukat bränsle under året [liter]}}{\text{Antal motorer}} \times \text{Densitet} \left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right] \times \text{Nyckeltal HC}$$

Båtarnas motorer har kategoriserats efter motortyp, ålder och bränsletyp för att identifiera utsläpp av kolväte per motor. 2-takts inombordare bensinmotor har kategoriserats som 2-takts utombordare och dieselelektrisk som dieselmotor. Hybridmotorer har manuellt kategoriserats efter årsmodell, bränsle och motortyp. Övriga motortyper exempelvis ångmaskin har tilldelats ett värde på 5 procent vilket är ett medelprocentvärde för kolväteutsläppen av bränsleförbrukningen.

Nyckeltal för andel kolväte är framtagna av Tveitan Marine AB och redogör kolväteutsläpp i procent av bränsleförbrukningen. Nyckeltalen är framtagna för respektive motortyp och ålder med hjälp av kolvätevärden (g/kwh) och bränsleförbrukning (SPC [g/kwh]) från certdatabas EPA (Tier 2, EPA Tier 3), SAE Technical Papers och EU-gränsvärden.

Drivmedlens olika densiteter är hämtade från SPBI⁶ och är densitet vid 15 grader⁷.

På följande två sidor redovisas nyckeltal till andel HC av bränsleförbrukningen, densiteter, emissionsfaktorer samt utsläpp av koldioxid och kolväte fördelat på drivmedel.

⁶ Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet

⁷ <https://spbi.se/uppslagsverk/fakta/berakningsfaktorer/energiinnehall-densitet-och-koldioxidemission/>

Tabell 2.1 Nyckeltal för motortyper: andel kolväte av bränsleförbrukning⁸

Diesel / bensin	Utom-/inombordare	2-takt/ 4-takt	Bränsletillförsel	Effekt	-1998	1998- 2005	2006- 2009	2010- 2016	2017- 2020	2017- 2020	-2005	2006- 2012	2013- 2020
Bensinmotor	Utombordare	2-takt	Förgasare	Alla effekter	≥30%	≥30%	10%	-	-	-	-	-	-
Bensinmotor	Utombordare	2-takt	Direktinsprutning	Alla effekter	10%	5%	5%	3%	2%	2%	-	-	-
Bensinmotor	Utombordare	4-takt	Förgasare	<6 hk	5%	4%	3%	3%	3%	3%	-	-	-
Bensinmotor	Utombordare	4-takt	Förgasare/Direktinsprutning	>6 hk	2%	2%	2%	2%	2%	2%	-	-	-
Bensinmotor	Utombordare	4-takt	Förgasare/Direktinsprutning	>100 hk	2%	2%	2%	2%	-	-	-	-	-
Bensinmotor	Inombordare	4-takt	Direktinsprutning/Katalysator	>100 hk	-	-	-	-	0,7%	0,7%	-	-	-
Dieselmotor	-	-	-	Alla effekter	-	-	-	-	-	-	0,3%	0,2%	0,1%

2.3 Utsläpp av koldioxid och kolväte

Uppräknat till nationell nivå var det totala utsläppet från fritidsbåtarna ca 176 600 ton koldioxid och ca 2 100 ton kolväten under 2019.

Vissa återförsäljare av drivmedel blandar i miljövänligare alternativ i sina produkter för att minska klimatpåverkan. Då detta skiljer sig åt mellan drivmedelsleverantörer och återförsäljare, har hänsyn till eventuella blandningar inte tagits utan emissionsfaktorer och respondenters svar har använts.

Tabell 2.2 Utsläpp av koldioxid och kolväte⁹

Drivmedel	Densitet* (kg/dm ³)	Emissionsfaktor (g CO ₂ e/liter)	Förbrukat drivmedel (liter)	CO ₂ -utsläpp (ton) emissionfaktor x drivmedel	HC (kg) drivmedel kg x HC faktor
Bensin MK1	0,75	2852	34 014 070	97 008	1 570 159
Alkylatbensin MK1	0,75	2888	1 141 800	3 300	57 600
Oljeblandad bensin	0,69	2852	2 402 100	6 900	391 000
Diesel MK3	0,84	3113	17 950 300	55 900	31 700
Diesel MK1	0,82	2734	2 749 000	7 500	5 500
HVO	0,78	299	867 400	300	1 500
Elektricitet	-	-	-	-	-
Övrigt	0,77	2900	1 704 300	4 900	65 600
Ej svar	0,77	2900	276 900	800	17 900
Summa	-	-	<u>61 106 000</u>	<u>176 600</u>	<u>2 141 000</u>

⁸ Källa: Tveitan Marine AB. Sammanställning av HC och SFC genom EPA certdatabas EPA (Tier 2, EPA Tier 3), SAE Technical Papers, EU-gränsvärden.

⁹ Källa Densitet: SPBI, (Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet).

Källa Emissionsfaktor: Energimyndigheten.

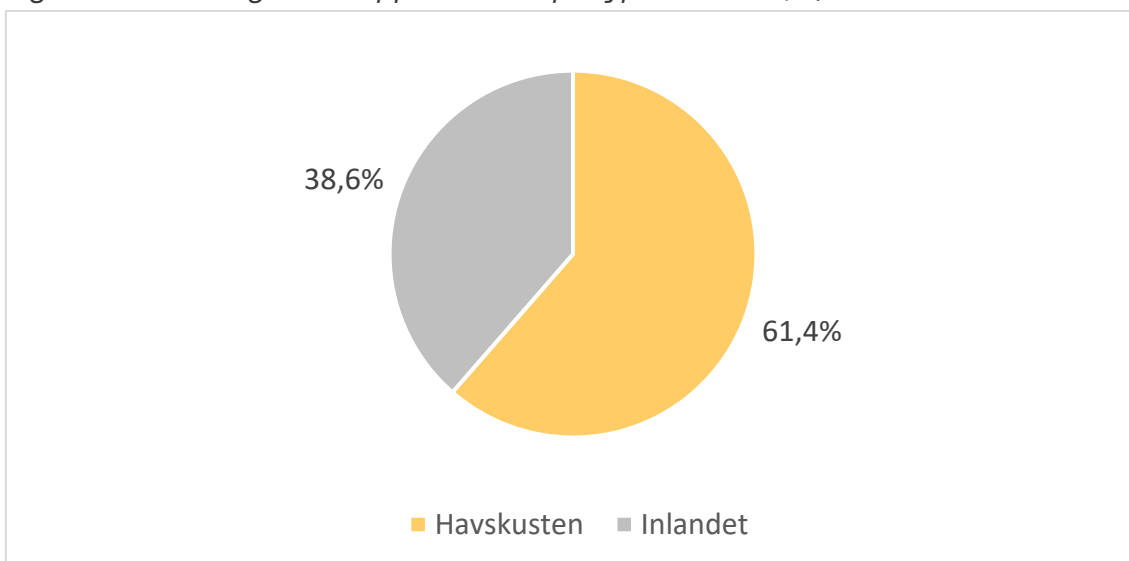
I posten "Övrigt" ingår övriga ovanligare drivmedel såsom brännolja, gasol, gasolja, koks, råolja och ved.

2.4 Fördelning av koldioxidutsläpp

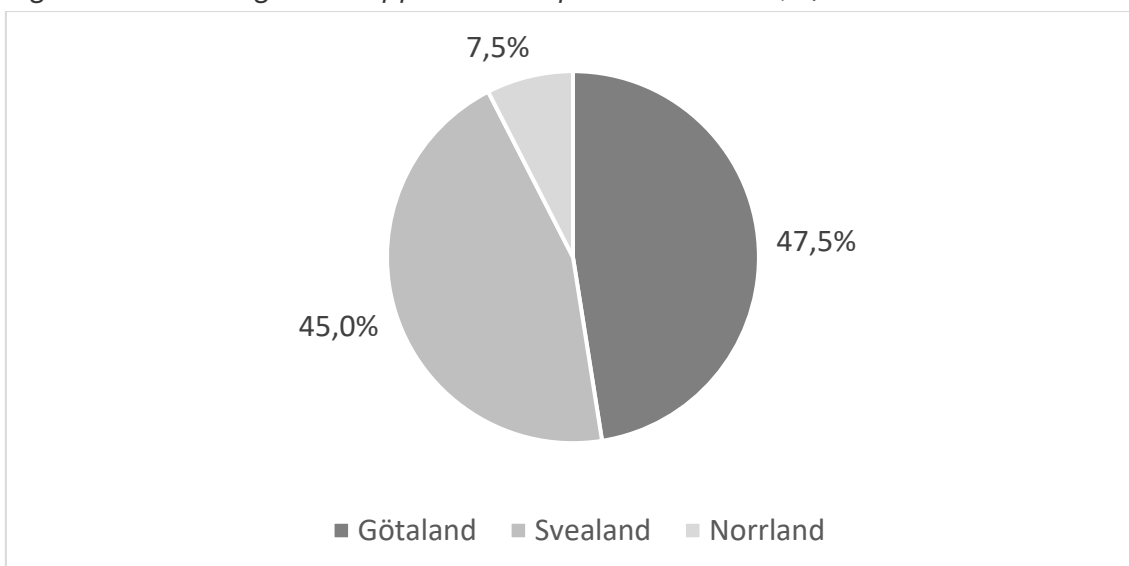
Den allra största delen av koldioxidutsläppen sker från båtar längs landets havskust – dessa står för 61 procent av koldioxidutsläppen, jämfört med 39 procent från våra inlandsvatten.

Fritidsbåtar i Götaland (framför allt Västra Götalands län) och Svealand (framför allt Stockholms län) står för runt 45 procent vardera, medan båtbeståndet i Norrland står för drygt sju procent.

Figur 2.1 Fördelning av utsläppen av CO₂ på typ av vatten (%)



Figur 2.2 Fördelning av utsläppen av CO₂ på del av landet (%)

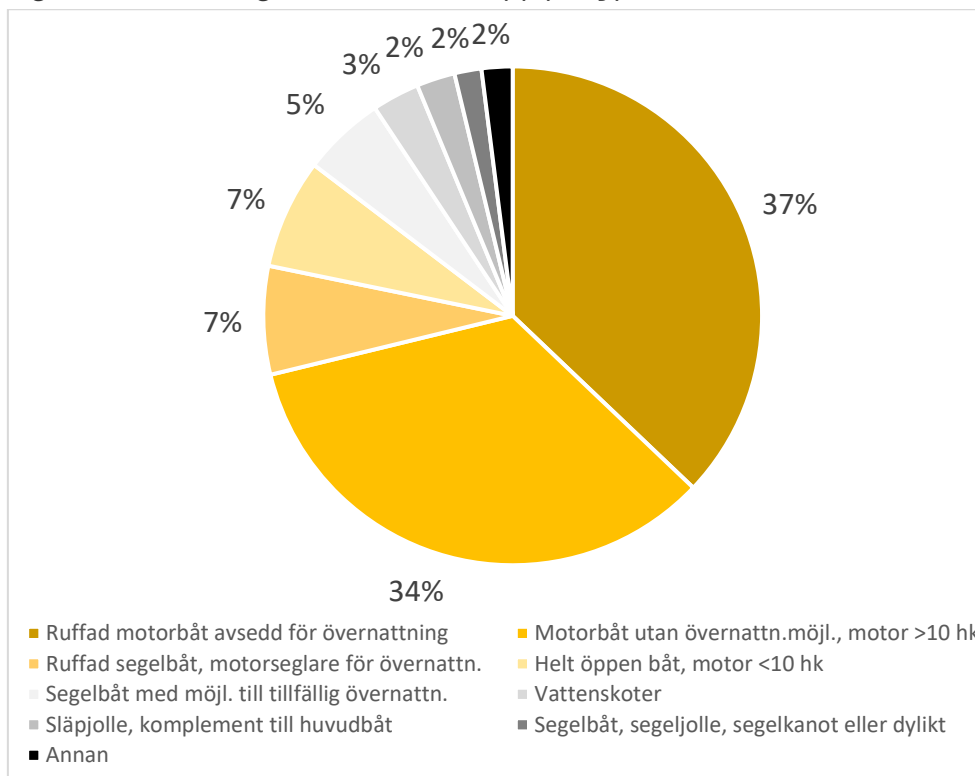


2.5 Fördelning av koldioxidutsläppen på båttyper

Två typer av båtar med motor står för den stora majoriteten av koldioxidutsläpp.

Ruffade motorbåtar avsedda för övernattning står för 37 procent av utsläppen och motorbåtar utan övernattningsmöjlighet med motor >10 hk står för 34 procent.

Figur 2.3 Fördelning av koldioxidutsläpp på typ av båt (%)



Tabell 2.3 Fördelning av utsläppen på båttyper

Båttyper	CO ₂ (ton)	CO ₂ (%)	HC (kg)	HC (%)
Ruffad motorbåt avsedd för övernattning	65 200	36,9%	464 600	21,7%
Ruffad segelbåt, motorseglare avsedd för övernattning	13 200	7,5%	67 600	3,2%
Motorbåt utan övernattningsmöjlighet, med motor på minst 10 hk	60 000	34%	988 100	46,2%
Helt öppen båt med motor under 10 hk	12 100	6,9%	316 800	14,8%
Segelbåt med möjlighet till enbart tillfällig övernattning	9 100	5,1%	84 100	3,9%
Segelbåt, segeljolle, segelkanot e d, helt utan övernattningsmöjlighet	3 600	2,1%	38 400	1,8%
Släpjolle, avsedd som komplement till huvudbåt	4 200	2,4%	102 400	4,8%
Vattenskoter	5 200	3,0%	28 300	1,3%
Annat (ångbåt)	3 800	2,2%	50 800	2,4%
Totalt	176 600 ton	100%	2 141 000 kg	100%

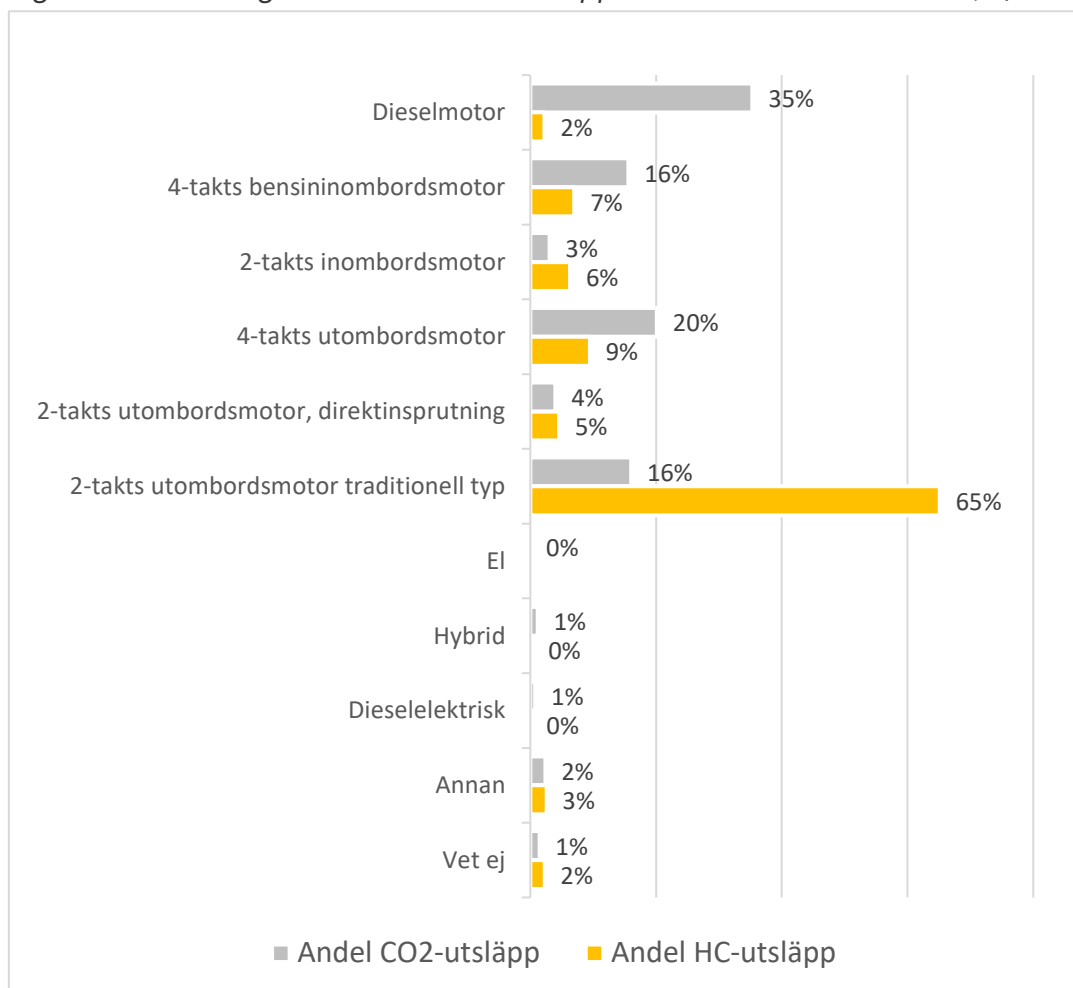
2.6 Fördelning av koldioxidutsläppen på motortyper

Dieselmotorer står för 36 procent av koldioxidutsläppen. Dieselmotorer är nästan uteslutande inombordsmotorer, utombords dieselmotorer är ovanliga i Sverige.

Bland övriga motortyper orsakas de största koldioxidutsläppen av 4-takts utombordsmotorer, följt av 4-takts bensininombordare och 2-takts utombordsmotorer av traditionell typ med förgasare. Utombordsmotorer är nästan uteslutande bensinmotorer.

2-takts utombordsmotorer av traditionell typ med förgasare är den typ av motor som i särklass släpper ut mest kolväte. Den motortypen står för 65 procent av kolväteutsläppen.

Figur 2.4 Fördelning av motorer¹⁰ och utsläpp av koldioxid och kolväten (%)



¹⁰ Avser båtarnas faktiska motorer, dvs. inte den kategorisering som gjorts vid beräkning av utsläpp av CO2/HC.

Tabell 2.4 Fördelning av utsläppen på motortyper

Motortyper	CO ₂ (ton)	CO ₂ (%)	HC (kg)	HC (%)
Dieselmotor inom- och utombordare	62 400	35%	48 100	2%
4-takts bensenbordsmotor	27 600	16%	150 100	7%
2-takts bensenbordsmotor	5 400	3%	135 200	6%
4-takt utombordsmotor, förgasare och direktinsprutning	35 600	20%	202 600	9%
2-takts utombordsmotor, direktinsprutning	7 000	4%	98 200	5%
2-takts utombordsmotor, förgasare	28 300	16%	1 394 400	65%
Hybrid	2 100	1%	7 100	0%
Dieselektrisk	1 400	1%	1 100	0%
Annan	4 200	2%	55 500	3%
Vet ej	2 600	1%	48 700	2%
Totalt	176 600 ton	100%	2 141 000 kg	100%

*I "Annan" ingår ångmaskin, råoljemotor, motor driven av gasol.

3. Utsläpp av PAH:er

3.1 PAH:er

PAH:er är polycykliska aromatiska kolväten som bland annat finns i bensin och bildas vid ofullständig förbränning.

Det är stor skillnad på utsläppen mellan olika motorer. En stor del av utsläppen från gamla 2-taktsmotorer beror på att de har spolförluster mellan 20–30 procent, vilket betyder att oförbränt bränsle hamnar i vattnet. 4-taktsmotorer har en mer effektiv förbränning av bränslet¹¹.

En rapport från Cerne et al.¹² analyserade avgasvatten från en 2-takts-utombordare och analyserna visade att en liter bensin gav ca 2,3 g PAH:er till vatten. De undersökte även PAH-utsläpp till luft och kom fram till att 1 liter bensin gav 1,6 g PAH:er till luft. Enligt deras resultat uppskattades PAH-utsläppen till luft från Sveriges fritidsbåtar till ca 53 ton/år. PAH:er som avses i deras undersökning redovisas i tabellen bredvid.

Baserat på deras resultat kan vi räkna på vad utsläppet av PAH:er skulle motsvara för 2-taktarna i den aktuella kartläggningen. 2-taktarna med förgasare förbrukade 9 916 800 liter under 2019 (bensin 95/98 och oljeblandad bensin), uppräknat till nationell nivå. Faktor 1,6 g PAH:er till luft per liter bensin skulle då motsvara ca 15 500 kg, och 2,3 g PAH:er till vatten per liter bensin ca 22 300 kg.

Det finns uppemot 500 olika typer av PAH:er. Naturvårdsverket¹³ definierar de mest hälsofarliga PAH:erna som PAH1–4 vilket är ämnena bens(a)pyren, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten och indeno(1,2,3-cd)pyren. De ämnena fanns även i undersökningen från Cerne et al., se tabell till nästa sida.

¹¹ Naturvårdsverket. (2009). Alkylatbensin i småbåtsmotorer: Analys av miljöfördelar. rapport 6307.

¹² Cerne, O., Strandberg, J., Fridell, E., Peterson, K., Tomas Rydberg, T., Vaske, B., Jägersten, C., Östman, N., Eklund, B. 2008. Rena Turen – Utvärdering av miljöanpassade bränslen i fritidsbåtar. IVL rapport B 1770.

¹³ Naturvårdsverket. (2019). Utsläpp av PAH till luft. (<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/PAH-utslapp-till-luft/?#inrikes-transporter>)

Tabell 3.1 PAH i avgasprov från utombordare enligt Cerne et al.¹⁴.

	Referensbensin, IVL-cykel 700 liter avgasprov, 1004 g bensin, 9,7 m³ avgaser, arbete 2421 kJ			Alkylatbensin, IVL-cykel 716 liter avgasprov, 979 g alkylatbensin, 9,1 m³ avgaser, arbete 2340 kJ		
	Halt i provet µg/m ³	Utsläpp, mg	Utsläpp, µg/kJ	Halt i provet µg µg/m ³	Utsläpp, mg	Utsläpp, µg/kJ
Naphtalene	190000	1840	760	2500	23	9,7
Naphtalene, 2-methyl-	17000	160	68	500	4,6	2,0
Naphtalene, 1-methyl-	8200	79	33	300	2,7	1,2
Biphenyl	120	1,2	0,48	27	0,25	0,11
Naphtalene, 2,6- dimethyl-	1400	14	5,6	60	0,55	0,23
Acenaphtylene	590	5,7	2,4	580	5,3	2,3
Acenaphtene	95	0,92	0,38	7,3	0,067	0,028
Naphtalene, 2,3,5- trimethyl-	140	1,4	0,56	7,1	0,065	0,028
Fluorene	430	4,2	1,7	25	0,23	0,097
Phenanthrene	660	6,4	2,6	43	0,39	0,17
Anhtracene	170	1,6	0,68	8	0,073	0,031
Fluoranthene	170	1,6	0,68	33	0,30	0,13
Pyrene	450	4,4	1,8	84	0,77	0,33
Benzo[a]anthracene	30	0,29	0,12	1,7	0,015	0,007
Chrysene	19	0,18	0,08	1,0	0,0091	0,0039
Benzo[b]fluoranthene	28	0,27	0,11	3,9	0,036	0,015
Benzo[k]fluoranthene	4,4	0,43	0,18	0,70	0,006	0,003
Benzo[e]pyrene	26	0,25	0,10	4,7	0,043	0,018
Benzo[a]pyrene	27	0,26	0,11	8,5	0,077	0,033
Perylene	2,9	0,28	0,12	0,90	0,0082	0,0035
Indeno[123cd]pyrene	32	0,31	0,13	11	0,10	0,043
Dibenz[ah]anthracene	<1	0,01	0,00	<0.5	0,0046	0,0019
Benzo[ghi]perylene	130	1,3	0,52	36	0,33	0,14
Summa PAH	220 000	2100	880	4200	38	16

¹⁴ Cerne, O., Strandberg, J., Fridell, E., Peterson, K., Tomas Rydberg, T., Vaske, B., Jägersten, C., Östman, N., Eklund, B. 2008. Rena Turen – Utvärdering av miljöanpassade bränslen i fritidsbåtar. IVL rapport B 1770.

Enligt Naturvårdsverket var utsläppen av PAH1-4 år 2018 7,04 ton, varav 0,09 ton från inrikes transporter (inklusive privata fritidsbåtar).

Om vi bara räknar på PAH1-4 baserat på resultat från Cerne et al.¹⁵ kan vi se i tabell till höger att 1 004 g bensin gav 1,27 mg utsläpp av PAH1-4.

Densiteten bensin är 0,75 kg/dm³, vilket ger uppställningen:

$$\text{Gram PAH1-4 till luft /liter bensin} = \frac{\text{utsläpp mg}}{\text{bensin g}} \times \text{densitet} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{Gram PAH1-4 till luft /liter bensin} = \frac{1,27 \text{ mg}}{1004 \text{ g}} \times 0,75 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,0009486 \text{ gram PAH1-4/liter bensin}$$

Enligt beräkningen ovan blir utsläppen av PAH1-4 från tvåtaktarna med traditionell förgasare ca 9 kg till luft – dvs. motsvarande tio procent av de totala utsläppen från inrikes transporter.

I undersökningen från Cerne et al. gjordes det bara tester med en 2-taktsmotor, vilket betyder att vissa försiktigheter bör tas då testerna inte är verifierade. Från vår bedömning verkar det finnas en lucka i litteraturen avseende generella nyckeltal för utsläpp från fritidsbåtar, inte minst om PAH:er.

¹⁵ Cerne, O., Strandberg, J., Fridell, E., Peterson, K., Tomas Rydberg, T., Vaske, B., Jägersten, C., Östman, N., Eklund, B. 2008. Rena Turen – Utvärdering av miljöanpassade bränslen i fritidsbåtar. IVL rapport B 1770.

Tabell 3.2 PAH 1-4 i avgasprov från utombordare¹⁶

	Utsläpp mg från 1004 g bensin
Benzo[b]fluoranthene	0,27
Benzo[k]fluoranthene	0,43
Benzo[a]pyrene	0,26
Indeno[123cd]pyrene	0,31
Summa PAH1-4	1,27

Baserat på uppmätta PAH-värden i undersökning från Cerne et al. från 2008 skulle 2-takarna med förgasare släppa ut motsvarande PAH:er.

Tabell 3.3 Utsläpp av PAH:er från 2-taktare med förgasare

Bensin 2-takt (liter)	PAH luft (kg)	PAH1-4 luft (kg)	PAH vatten (kg)	HC (kg)	CO ₂ (ton)
9 916 800	15 500	9	22 300	1 358 200	27 700

¹⁶ Cerne, O., Strandberg, J., Fridell, E., Peterson, K., Tomas Rydberg, T., Vaske, B., Jägersten, C., Östman, N., Eklund, B. 2008. Rena Turen – Utvärdering av miljöanpassade bränslen i fritidsbåtar. IVL rapport B 1770.

4. Inköp och försäljning av båtbränsle

4.1 Inköp och försäljning av båtbränsle

I Sverige finns idag ca 183 sjömackar. I undersökningen intervjuades företrädare för 51 av dessa. Sjömackarna säljer bränsle både till företag och till fritidsbåtsägare. Av försäljningen går, enligt sjömackarna, ca 86 procent till fritidsbåtsägare.

Fritidsbåtsägarna uppskattar att de köper ca 29,5 procent av sitt bränsle på sjömackar. Då många båtägare har svårt att uppskatta andelen bränsle köpt på olika inköpsställen, bör denna siffra tolkas med försiktighet och ses som en ungefärlig uppskattning.

Uppräknat till nationell nivå skulle det innebära att det totalt såldes 38,4 miljoner liter bränsle till fritidsbåtar under 2019.

Denna siffra kan jämföras med båtägarnas uppskattning att de under 2019 köpt ca 35,3 miljoner liter bränsle.

Det innebär att det är en skillnad på 8,8 procent mellan båtäckarnas uppskattade försäljning och fritidsbåtsägarnas uppskattade inköp under 2019.

Som grund för alla beräkningar av utsläpp från motorer på svenska fritidsbåtar i denna rapport har båtägarna uppgifter om deras båtar, motortyper och bränsletyp, samt hur många sjömil de kört använts som bas.

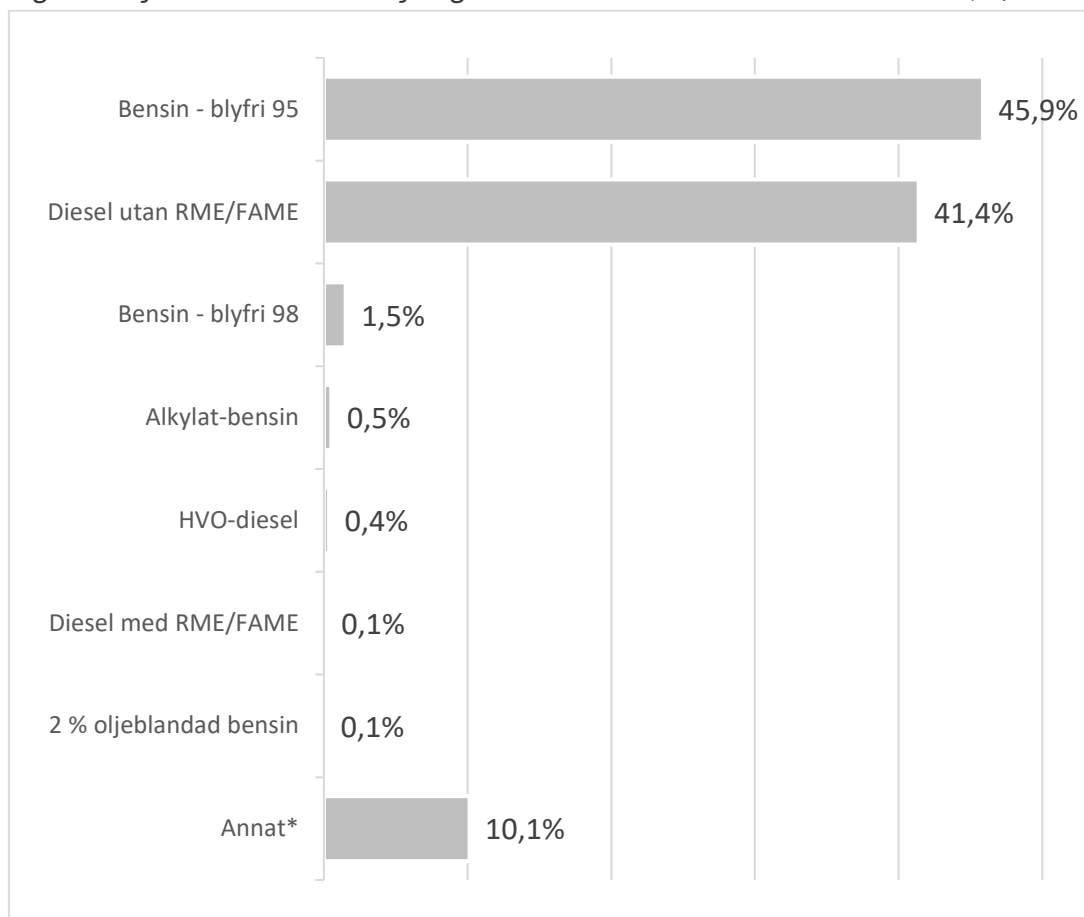
Uppgifterna om uppskattade inköp av bränsle, samt sjömackarna uppgifter om total försäljning av bränsle till fritidsbåtsägare har inte använts i beräkningarna, utan endast tagits fram som en kontrolluppgift för att bedöma rimligheten av båtägarnas uppgifter.

Slutsatsen är att resultaten från de båda målgrupperna stämmer förhållandevis väl överens med varandra.

Av båtmackarna försäljning står blyfri 95-oktanig bensin och diesel utan RME för ca 87 procent – sett till alla kundgrupper totalt.

Övriga bränsletyper står för en mycket liten andel av försäljningen och många båtmackar säljer idag inte exempelvis alkylatbensin eller HVO-diesel.

Figur 4.1 Sjömackarnas försäljning av olika båtbränslen oaktat slutkund (%)¹⁷



¹⁷ Annat inkluderar enligt båtmackarna bl.a. Ecopar, metanol, grön diesel, Gasoil, D10/färgad diesel, E10 och BioZ.

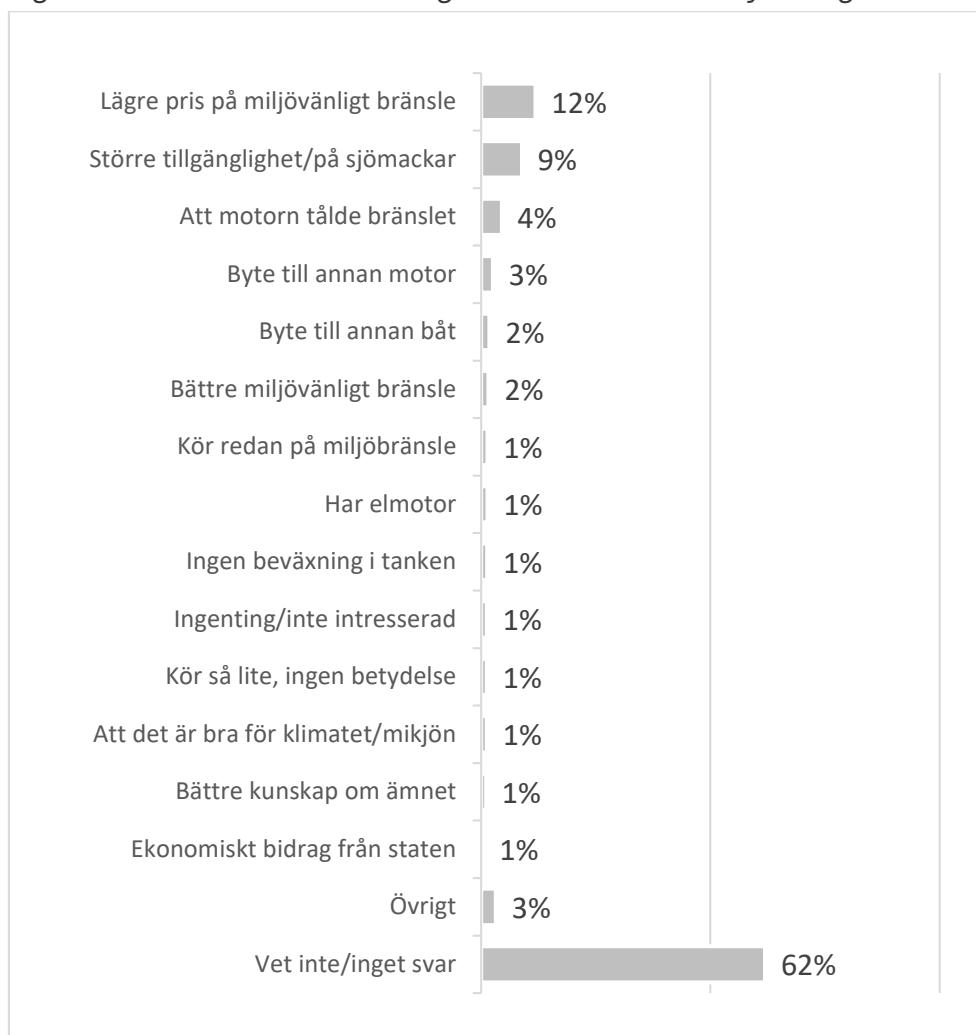
4.2 Incitament till att tanka miljövänligare

De flesta båtägare har inte kunnat svara på vad som skulle få dem att tanka mer miljövänligt bränsle. De två klart vanligaste svaren är om priset på bränslet vore lägre, samt om tillgängligheten till den typen av bränsle, fr.a. på sjömackar vore bättre.

Många hävdar också att de inte tror att bränslet fungerar på deras motorer.

Svaren stämmer väl överens med den bild sjömackarna ger där de pekar på svag efterfrågan från båtägarna, problem med bränslet för motorerna i kombinationen med deras investeringskostnader för infrastrukturen för att kunna tillhandahålla bränslet.

Figur 4.2 Vad som skulle få båtägarna att tanka mer miljövänligt bränsle (%)



Bilaga: Data om tvåtaktare av traditionell typ

Som ett tillägg till grundrapporten har Point tagit fram data specifikt kring 2-taktare av traditionell typ med förgasare.

Antal motorer och båtar

I studien om fritidsbåtars avgasutsläpp, finns data på 483 båtar med 2-taktare av traditionell typ med förgasare, totalt 540 dylika 2-taktare. Uppräknat till nationell nivå innebär det ca 156 000 2-taktare av traditionell typ med förgasare med landet. Samtliga dessa är sjödugliga båtar. Det innebär att var fjärde båt med motor är en 2-taktare av traditionell typ med förgasare.

Dessa fördelar sig efter hk enligt tabellen nedan:

Hk	Andel	Antal
1-5 hk -	24,8 %	38 700
6-10 hk	15,0 %	23 400
11-20 hk	15,4 %	24 000
21-40 hk	11,5 %	17 900
41-60 hk	14,3 %	22 200
61+ hk	19,1 %	29 800
SUMMA	100 %	156 000

Motorerna är spridda geografiskt över landet enligt tabellen nedan:

Hk	Andel	Antal
Götaland - havskust	25,7 %	40 200
Götaland - inland	18,7 %	29 200
Svealand - havskust	20,4 %	31 800
Svealand - inland	20,0 %	31 200
Norrland - havskust	8,1 %	12 700
Norrland - inland	7,0 %	11 000
SUMMA	100 %	156 000

Observera att antalen avser motorer, inte båtar med tvåtaktare, vilket ger ett lägre antal då många av båtarna har flera motorer. Talar vi om båtar istället landar vi på ca 139 500 båtar.

Utsläpp från motorerna

Fördelningen av uppskattade årliga utsläpp av koldioxid från dylika motorer är den mest osäkra siffran. Det totala utsläppet på 27 900 ton/år, fördelar sig ungefärligen efter hk enligt tabellen nedan:

Motor (hk)	Andel	Ton CO ₂
1-5 hk	12,4 %	3 500
6-10 hk	11,3 %	3 200
11-20 hk	9,1 %	2 600
21-40 hk	12,2 %	3 500
41-60 hk	15,1 %	4 300
61+ hk	39,9 %	10 900
SUMMA	100 %	27 900

Beräkningarna av utsläpp av koldioxid har inte tagit hänsyn till motorernas spolförluster, det då inte finns tillräckliga uppgifter om detta för olika motorer. 2-taktsmotorer med förgasare är de motorer som har störst spolförluster.

Spolförlusterna utgör ca 20-30 procent av bränsleförbrukningen för dessa motorer. Det betyder att utsläppen av koldioxid direkt till luften är något lägre än vad som redovisas i rapporten.

Räknat om till ton bränsle, landar det totala utsläppet av bränsle från dylika motorer på ca 7 120 ton/år, och fördelar sig ungefärligen efter hk enligt tabellen nedan:

Motor (hk)	Andel	Ton bränsle
1-5 hk	12,7 %	910
6-10 hk	11,5 %	820
11-20 hk	9,2 %	650
21-40 hk	12,6 %	900
41-60 hk	15,7 %	1 120
61+ hk	38,3 %	2 730
SUMMA	100 %	7 120

Om man räknar med att dessa båtmotorer släpper ut 20–30 procent oförbränd bensin rakt ut i vattnet så motsvarar det ca 2 000 ton (mellan 1 424 och 2 136 ton).

Densiteten på bensin varierar något beroende på sammansättningen, men bensin utan etanol har en densitet på ca 750 kg per kubikmeter (1 kubikmeter = 1 000 liter), dvs. 2 000 ton motsvarar ca 2,7 miljoner liter.

Bilaga: Berättande svar från sjömackar

Fråga: Vad, om något, skulle kunna få er att erbjuda båtägare miljövänligare bränsle i större utsträckning?

- Efterfrågan.
- Att mottagarna inte vill ha något annat än ren diesel.
- Få kunden att acceptera det.
- Efterfrågan är inte stor och utbyggnad blir för kostsamt för den korta säsongen
- Vi har försökt med alkylatbensin men det gick inte mer än en kubik/säsong. Behöver ha fler cisterner men det är en väldigt liten mack.
- Mer bryggor och cisternorganisation, har inte plats för ytan, vi har sökt om tillstånd hos kommun.
- Att de sänker priserna.
- Att man löst logistiken.
- Efterfrågan.
- Vet ej, har varit problem med miljövänliga dieslar pga. tillväxt av bakterier i tankarna.
- Båtbranschen har problem med beväxning i tankar, vilket gör att man håller kvar vid diesel utan miljötillsatser, samma gäller bensin 95, samma gäller HVO-diesel.
- Vi måste ta fram andra förvaringar.
- Beror på vilka argument som kommer så får man diskutera det på styrelsemötet.
- Vi håller på att kolla på det, möjligtvis HVO-diesel då vi fått förfrågan från kunder.
- Vi håller på med en utredning gällande tank med HVO100, ska man investera i nya investeringar i bränsle måste man ha kvar gamla utrustningen, så statligt stöd är avgörande i detta läge. Man måste ha garantier från samtliga motortillverkare för godkännande av miljöbränsle på bredare front.
- Alkylatbensin, det har vi haft men det fick vi lägga ner pga. konkurrens då det blev mycket dyrare än från början.
- Flera faktorer, tillgång på sommaren priset samt tillstånd.
- Möjligheten att kunna använda bränslet i motorerna samt att det är en prisfråga, det kan krävas en stor investering för oss, investeringsfrågan är den huvudsakliga frågan tillsammans med priset.

- Man skulle kunna sätta alkylatbensin på pump annars blir det för dyrt men det ska vara enkelt att tanka.
- Vi har ej möjlighet till det då ingen efterfrågan finns.
- Vi försöker få folk att handla mer alkylat men det är som sagt en prisfråga samt att använda elbåtar.
- Vi efterlyser möjlighet att sälja bensin men vi har haft svårigheter från myndigheternas sida, plus kostnader, vi hade kunnat tänka oss att använda HVO.
- Det beror på kommunen då vi sköter åt dem, dvs. att båtägarna bara vill ha ren diesel utan inblandning.
- Olika former av stöd men det finns ingen efterfrågan.
- Vet ej, det är myndigheterna som bestämmer detta.
- Vi har en miljövänligare diesel, har dock bara en leverantör till det. Jag har ingen landförbindelse och beroende av en bunkerbåt.
- En hållbar ekonomi.
- Det är vad som finns att få tag i, just nu finns det inget annat vad vi har.
- Vi funderar på det när det gäller diesel men just nu har vi inget utrymme för det.
- Det är kunderna och efterfrågan styr det.
- Att det kommer krav på det från båtägarna/våra kunder.
- Efterfrågan.
- Om man kan få leveranser av bränslet, då vi är på en ö utan fast förbindelse.
- Ingenting för att det ej fungerar på kundernas båtmotorer.
- Pris, vi har haft alkylat på burk men efterfrågan/valet var inte stort på pga. det höga priset. Regeringen behöver en subvention för att få ner priset.
- Tillgång på miljövänligt bränsle och om motorerna fungerar bra när det gäller bränslet
- Efterfrågan på det, annars blir det ingen volym på det.
- Om det kommer ett miljövänligare bränsle så är det ju bra.
- Större volymer av befintliga produkter.
- Billigare pris.
- Vad det gäller bensin så är det priset. Vad det gäller diesel så är problemet bakterietillväxt för oss.
- Vet ej, men vi behöver ha en större förståelse för de olika bränslenas påverkan.
- Vi har sålt alkylatbensin, och diskuterar ett pris för att eventuellt börja använda detta igen.
- Minst lika bra bränsle, samma marginaler, inte dyrare för oss.
- Inget, det går inte då båtar inte kan köra på den dieseln. Om de kan komma fram till en diesel utan RME som är miljöfri.

- Pris och efterfrågan.
- Mer cisterner eller bättre leveransvillkor.
- Man får inte fraktbidrag för inköp av drivmedel, hjälp med fraktkostnaderna hade hjälpt, fraktbidrag är viktigt.

Kartläggning av avgasutsläpp från svenska fritidsbåtar
Rapport nr 1687-2001

Författare: Markus Lagerqvist,
Anton Svensson,
Kristofer Lövfenberg

Kontakt: markus@point.nu

Datum: 2021-01-21

Uppdragsgivare: Transportstyrelsen

Point

Point

A Kaserntorget 1,
411 18 Gothenburg, Sweden

E hello@point.nu
W point.nu