

Glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och Mälaren 2022

Resultat av håvning



Titel: Glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och Mälaren 2022. Resultat av håvning.

Tryckår: 2023

ISSN: 1403-6134

Rapportnummer: 136

Författare: Björn Kinsten

Foto: Björn Kinsten

Utgivare: Vänerns vattenvårdsförbund

Rapporten finns som pdf på www.vanern.se

Copyright: Vänerns vattenvårdsförbund. Kopiera gärna texten i rapporten men ange författare och utgivare. Användande av rapportens fotografier eller bilder i annat sammanhang kräver tillstånd från Vänerns vattenvårdsförbund.

Förord

Skattningar av tätheten hos glacialrelikta kräftdjur (i första hand Pungräka, *M. relicta s.l.*) genomförs med hjälp av vertikalhåvning med stor håv i mörker under kvällstid i slutet på sommaren. Denna rapport redovisar undersökningarna från Vänern, Vättern och Mälaren i augusti 2022. Glacialrelikta kräftdjur undersöktes första gången 2011, i Vänern och Vättern och har sedan upprepats årligen sedan 2013. I Mälaren har samma moment genomförts årligen sedan 2015. I Norges största sjö Mjösa har man genomfört regelbundna undersökningar av glacialrelikta kräftdjur sedan 1976. Från och med 2019 ingår glacialrelikter som ett moment i den nationella miljöövervakningen inom delprogram Stora sjöar, där Vänern, Vättern och Mälaren ingår.

Undersökningen finansierades med medel från respektive vattenvårdsförbund och Havs- och vattenmyndigheten.

Sara Peilot
Vänerns vattenvårdsförbund
2023-05-10

Glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och Mälaren 2022

Resultat av håvning



Författare Björn Kinsten

Glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och Mälaren 2022 – resultat av håvning

Innehåll	
Sammanfattning.....	4
1 Inledning.....	5
2 Materiel och metoder	7
2.1 Undersökningsområden	7
2.2 Insamlingsmetodik	8
2.3 Analys på laboratoriet	9
3 Resultat och diskussion	10
3.1 Tidpunkten för håvningarna i förhållande till solnedgången	10
3.2 Täthet	10
3.2.1 <i>Mysis relicta</i> s.l.	10
3.2.2 <i>Pallaseopsis quadrispinosa</i> , <i>Monoporeia affinis</i> , <i>Gammaracanthus lacustris</i> och <i>Saduria entomon</i> 14	
3.2.3 <i>Limnocalanus macrurus</i>	18
3.3 Längdfördelning samt livscykel hos <i>M. relicta</i> s.l.	22
3.4 Artbestämning av <i>M. relicta</i> s.l. genom sekvensering av en mitokondriell gen	26
3.5 Hemimysis anomala – en invasiv art påträffad i Görväl, Mälaren, 2021	27
4 Slutord	27
5 Tack!	29
6 Källförteckning.....	29
Bilaga 1. Allmänna sjödata för Mälaren, Vänern och Vättern	33
Bilaga 2. Solens nedgång vid undersökningområdena 17 augusti– 7 september 2022.....	34
Bilaga 3. Resultat av håvning med stor håv vid Lurö i Vänern den 23/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.	35
Bilaga 4. Resultat av håvning med stor håv vid Hästholmen i Vättern den 22/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.	36
Bilaga 5. Resultat av håvning med stor håv i Blacken i Mälaren den 31/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.	37
Bilaga 6. Resultat av håvning med stor håv i Görväl i Mälaren den 26/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.	38

Bilaga 7. Resultat av håvning med stor håv i Norra Björkfjärden i Mälaren den 25/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.	39
Bilaga 8. Medeltätheter med standardavvikelse och 95%-konfidensintervall av glacialrelikta kräftdjur (ind./m ²) i Vänern, Vättern 2011, 2013 – 2022 och i Mälaren 2015 – 2022	40
Bilaga 9. Resultat av längdmätning av <i>M. relicta s.l.</i> vid Lurö i Vänern den 23/8 2022.	45
Bilaga 10. Resultat av längdmätning av <i>M. relicta s.l.</i> vid Hästholmen i Vättern den 22/8 2022.	46
Bilaga 11. Resultat av längdmätning av <i>M. relicta s.l.</i> i Blacken i Mälaren den 31/8 2022.....	47
Bilaga 12. Resultat av längdmätning av <i>M. relicta s.l.</i> i Görväln i Mälaren den 26/8 2022.....	48
Bilaga 13. Resultat av längdmätning av <i>M. relicta s.l.</i> i Norra Björkfjärden i Mälaren den 25/8 2022.	49

Sammanfattning

I Sverige har sedan länge de glacialrelikta kräftdjuren omfattat sex arter, nämligen sjösyrsa (*Gammaracanthus lacustris*), *Limnocalanus macrurus*, vitmärkla (*Monoporeia affinis*), pungträka (*Mysis relicta*), taggmärkla (*Pallaseopsis quadrispinosa*) och skorv eller ishavsgråsugga (*Saduria entomon*). Senare rön har dock visat att *M. relicta* i Sverige innefattar de två arterna *M. relictas.str.* och *M. salemaai*. Gruppen glacialrelikta kräftdjur i Sverige består därför numera av sju arter. Båda *Mysis*-arterna har noterats i såväl Vänern och som Vättern, men inte i Mälaren där endast *M. relictas.str.* har iakttagits. Vänern och Vättern är de enda sjöarna i Sverige där alla sju arterna har noterats. I denna undersökning har de båda *Mysis*-arterna behandlats som en art med namnet *M. relicta s.l.*

Skattningar av tätheten hos glacialrelikta kräftdjur utfördes med hjälp av vertikalhåvning med stor håv i mörker under kvällstid i slutet av augusti 2022 i centralt belägna områden i Vänern (vid Lurö), i Vättern (vid Hästholmen) samt i tre fjärdar i Mälaren (Blacken, Görvåln och Norra Björkfjärden). I de nämnda undersökningsområdena i Vänern och Vättern gjordes även undersökningar 2011, 2013 - 2020 samt i Mälaren 2015 - 2020.

Den skattade medeltätheten av *M. relicta s.l.* i slutet av augusti 2022 med 95%-konfidensintervall var 120,8 (+ 9,2) ind./m² vid Lurö i Vänern och 28,0 (+ 5,4) ind./m² vid Hästholmen i Vättern. Tätheten vid Lurö i Vänern var den näst högsta tätheten som uppmätts sedan undersökningarna började 2011, medan den skattade medeltätheten vid Hästholmen 2022 låg ungefär i nivå med medeltätheten från undersökningarna sedan 2011.

Förhållandet med en högre uppmätt täthet i Vänern i jämförelse med Vättern överensstämmer även med resultaten från tidigare år.

I Mälaren 2022 var den skattade medeltätheten av *M. relicta s.l.* i Blacken 145,4 (+ 48,5) ind./m², i Görvåln 49,3 (+ 5,4) ind./m² och i Norra Björkfjärden 54,1 (+ 6,5) ind./m². En jämförelse med tidigare undersökningsår visade att medeltätheten i Blacken 2022 låg klart över medelnivån för alla år. I Görvåln låg medeltätheten något över medelnivån för alla år, medan medeltätheten i Norra Björkfjärden var låg och underskreds endast av tätheten åren 2016 och 2021.

I Vänern och Vättern 2022 var den skattade medeltätheten av *P. quadrispinosa* låg liksom tidigare år. I Vänern skattades tätheten till 4,6 (+ 1,5) ind./m². I Vättern noterades inga individer av arten i håvproven. I mälarfjärden Blacken 2022 var medeltätheten 2,9 (+ 2,0) ind./m² medan arten saknades i håvproven från Görvåln och Norra Björkfjärden.

M. affinis saknades i proverna från Vänern och Vättern. I Mälaren påträffades arten i låg täthet i alla tre fjärdarna. Tätheten av *M. affinis* är med stor sannolikhet mycket underskattad med den metod som använts i denna undersökning. En bättre metod är provtagning med bottenhuggare.

Den skattade medeltätheten av *L. macrurus* i Vänern 2022 var 7 213 (+ 640) ind./m² och vid Hästholmen i Vättern 6 354 (+ 856) ind./m². Den högsta tätheten av arten 2022 noterades i Norra Björkfjärden där 139 349 (+ 8 530) ind./m² uppmättes. I Görvåln var den skattade medeltätheten 128 294 (+ 12 250) ind./m². I Blacken saknades arten vid undersökningarna 2015 - 2019 men noterades i mycket litet antal 2020, 2021 och 2022.

Livscykeln hos *M. relicta s.l.* skiljer sig åt mellan Vänern och de två andra sjöarna. I alla tre sjöarna sker av allt att döma fortplantning under hösten/vintern (vinterfortplantning) och födsel av en ny generation den efterkommande vintern/våren. I Vänern förekommer dessutom sommarfortplantning. I alla tre sjöarna tycks ettåriga livscykler dominera.

1 Inledning

De glacialrelikta kräftdjuren har sedan länge omfattat sex arter, nämligen sjösyrsa (*Gammaracanthus lacustris*, äldre namn: *Relictacanthus lacustris*), limnocalanus (*Limnocalanus macrurus*, vitmärla (*Monoporeia affinis*, äldre namn: *Pontoporeia affinis*), pungträka (*Mysis relicta*), taggmärla (*Pallaseopsis quadrispinosa*, äldre namn: *Pallasea quadrispinosa*) och skorv eller ishavsgåsugga (*Saduria entomon*, äldre namn: *Mesidothea entomon*) (se bl.a. Svärdson et al. 1988). Då *M. relicta* i Sverige innefattar två arter, nämligen *M. relicta.str.* och *M. salemaai* (Audzijonytė & Väinölä 2005), så omfattar de glacialrelikta kräftdjuren i Sverige numera sju arter och de enda sjöar i Sverige där alla de nämnda sju arterna påträffats är Vänern och Vättern (Kinsten 2012a, 2012b). Av de två arterna har endast *M. relicta.str.* iakttagits i Mälaren (Audzijonytė & Väinölä 2005). De nämnda *Mysis*-arterna är svåra att skilja åt genom morfologiska studier och behandlas i denna undersökning som en art med namnet *M. relicta s.l.* (sensu lato). En närmare beskrivning av de glacialrelikta kräftdjursarterna framgår av Kinsten (2012a).

De första fynden i Sverige av glacialrelikta kräftdjur gjordes i Vänern och i Vättern. Sven Lovén angav i ett föredrag på Kungliga Vetenskapsakademien 1860 att friherre Cederström under våren 1859 vid Vätterns nordvästra strand nära Aspa påträffat *Idothea (Saduria) entomon* och utanför Jönköping funnit pungträkan *Mysis*. Han nämner samtidigt också att i en samling på Riksmuseet med djur från Vänern, skänkt av ovannämnda friherre, påträffades *Mysis* och *Pallasea (Pallaseopsis)*. I en artikel om "Darwinismens inträngande i Sverige" införd i Lärdomshistoriska Samfundets årsbok Lychnos 1963-1964 skriven av Ulf Danielsson nämns Sven Lovéns ovannämnda presentation på Kungliga Vetenskapsakademien och att Lovén var influerad av Darwins ideer och också var en av förkämparna för darwinismen. Intressant är att den ovannämnda vetenskapliga undersökningen och som berör glacialrelikta kräftdjur av allt att döma är den första i Sverige som influerats av Darwins teorier (uppgift av Peter Johansson, Vänersborgs museum) vilka presenterades av Darwin 1859.

Det är väl känt att de glacialrelikta kräftdjuren är viktiga som fiskföda. Svärdson et al. (1988) angav t.ex. att nämnda djurgrupp har mycket stor betydelse för flertalet fiskar i Vättern, vilket i hög grad gäller de glacialrelikta fiskarna hornsimpa, nors och röding. Beträffande nors så angav nämnda författare att glacialrelikta kräftdjur svarade för mer än 50 % av norsens föda i Vättern och bland dessa bytesorganismer var *M. relicta s.l.* den dominerande arten. En undersökning av Hammar et al. (2018) visade att *M. relicta s.l.* i Vättern, under perioden maj – december 1973 - 2012, var viktig föda hos nors som i sin tur utgjorde en viktig föda för rödingen i Vättern.

Glacialrelikta kräftdjur (framförallt *M. relicta s.l.*) har också inplanterats i många för vattenkraftsändamål reglerade fjällsjöar (Fürlst 1965, 1981, Kinsten 2012a). Bakgrunden har varit försök att kompensera för förluster av fisknäringdjur i strandzonen i samband med reglering (Fürlst et al. 1984). De kallvattenälskande glacialrelikta kräftdjuren är inte på samma sätt som många av de naturligt förekommande bottendjuren i fjällsjöarna beroende av strandzonen.

Undersökningen 2022 syftade i första hand till att beskriva den ungefärliga tätheten hos glacialrelikta kräftdjur (i första hand *Mysis relicta s.l.*) med hjälp av vertikalhävning i mörker över det största djupet i ett centralt beläget område i Vänern, i Vättern samt i de tre fjärdarna Blacken, Görväl och Norra Björkfjärden i Mälaren. Samma metod användes vid undersökningarna på de nämnda provplatserna i Vänern och Vättern 2011, 2013 - 2021 och i Mälaren 2015 - 2021 (Kinsten 2022). Undersökningen i Vänern och Vättern 2011 var dock mer omfattande och innefattade flera provplatser och djup där både hävning och trålning skedde (Kinsten 2012b). Undersökningarna i de ovannämnda fjärdarna i Mälaren 2015 var också mer omfattande och inkluderade hävning och trålning på flera djup (Kinsten 2016).



Sjösyrsa (*Gammaracanthus lacustris*) (35 mm).



Limnocalanus macrurus (2,8 mm).



Vitmärla (*Monoporeia affinis*) (10 mm).



Pungräka (*Mysis relicta s.l.*) (25 mm).



Taggmärla (*Pallaseopsis quadrispinosa*) (27 mm).



Skorv eller Ishavsgråsugga (*Saduria entomon*) (50 mm).

Ungefärlig maxstorlek i insjöar har angivits inom parentes. Foton: Björn Kinsten.

2 Materiel och metoder

2.1 Undersökningsområden

I såväl Vänern som Vättern genomfördes undersökningar av glacialrelikta kräftdjur 2022 i ett centralt beläget område i vardera sjön. I Vänern skedde undersökningen vid Lurö över 70 meters djup den 22/8 och i Vättern vid Hästholmen över 100 meters djup den 21/8. Samma provtagningsplatser användes även vid undersökningarna 2011 (Kinsten 2012b) och 2013 - 2020 (Kinsten 2022).

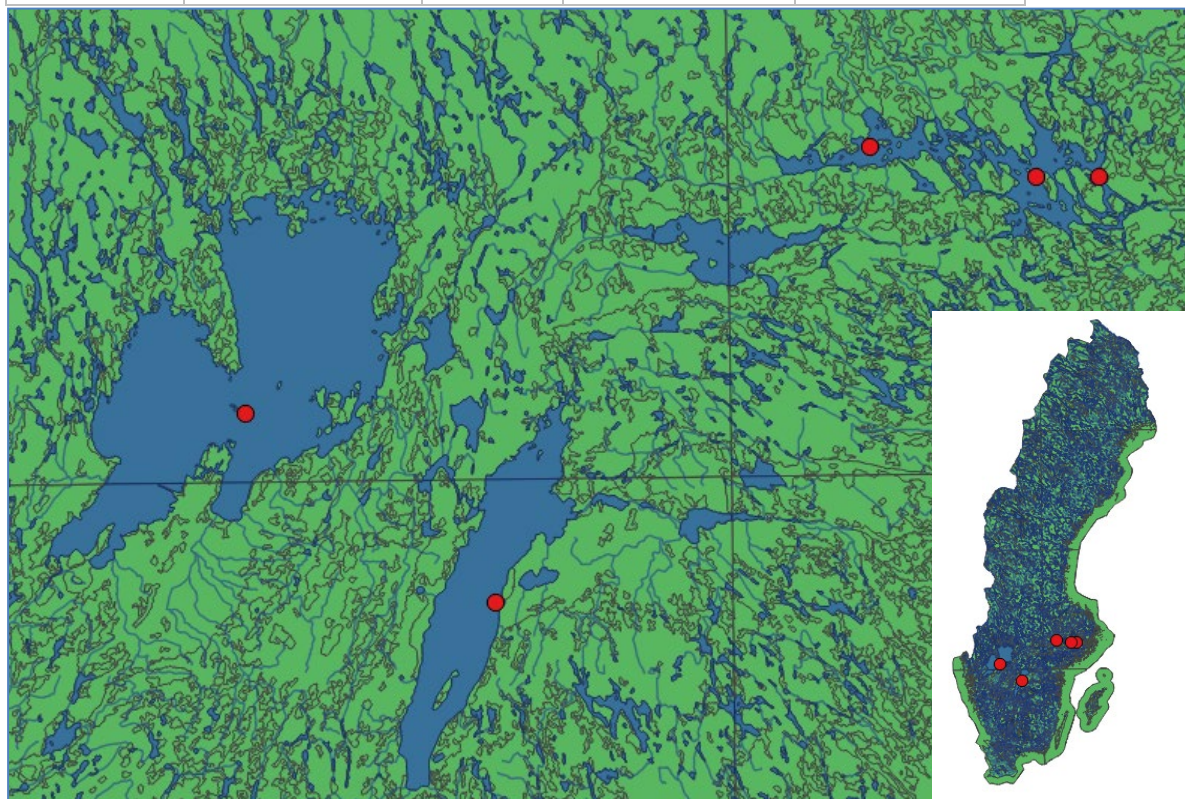
I Mälaren utfördes undersökningar av glacialrelikta kräftdjur 2022 i de tre fjärdarna Blacken (över 26 meters djup den 30/8), i Görvåln (över 56 meters djup den 31/8) och i Norra Björkfjärden (över 60 meters djup den 23/8). Samma fjärdar undersöktes även 2015 - 2021 (Kinsten 2022).

Allmänna sjödata för de tre sjöarna framgår av bilaga 1.

För positionsbestämning av provtagningslokalerna har GPS-utrustning använts. Provpunkternas läge framgår av tabell 1 samt på karta (figur 1).

Tabell 1. Koordinater (RT90) för provtagningslokalerna 2022.

Sjö	Provpunkt	Djup	Koord NS	Koord EW
Mälaren	Blacken	26 m	65 97 950	15 42 550
"	Görvåln	56 m	65 88 300	16 10 890
"	N Björkfjärden	60 m	65 88 540	15 92 220
Vänern	Lurö	70 m	65 19 730	13 54 750
Vättern	Hästholmen	100 m	64 63 230	14 28 800



Figur 1. Provplatserna för hävningarna 2022 (räknat från vänster på kartan) i Vänern (vid Lurö), Vättern (vid Hästholmen) och Mälaren (Blacken, Norra Björkfjärden, Görvåln) har markerats med röda punkter. Provtagningsplatserna är desamma som använts vid tidigare undersökningar av glacialrelikta kräftdjur.

2.2 Insamlingsmetodik

Skattning av tätheten hos *M.relicta s.l.* skedde med hjälp av ett större antal vertikalhåvningar i mörker under kvällstid. Den håv som användes hade en öppningsarea på 0,28 m², längden 1,80 m och en maskstorlek på 500 µ (figur 2). Insamlingen av prover skedde genom att håven av egen tyngd med öppningen nedåt sänktes ned från ytan till nära botten varifrån den drogs upp i lugn och jämn takt. Håvens hastighet var i genomsnitt ca 0,2 – 0,3 m/s. En jämförelse kan göras med en undersökning utförd av Chipps & Bennett (1996), som rekommenderade att håvningshastigheten för de av dem använda håvtyperna (maskstorlek 0,333 och 1,000 mm) inte borde överstiga 0,5 m/s. Metoden 2022 var densamma som användes på samma provplatser 2011, 2013 - 2021 i Väner och Vättern och i Mälaren 2015 – 2021 (Kinsten 2022).

Håvning har använts vid många undersökningar av individtäthet hos *M. relicta s.l.* (t.ex. Hakkala 1978, Nero & Davies 1982, Bagge et al. 1996, Salemaa et al. 1986, Langeland 1988, Lehman et al. 1990, Chipps & Bennett 1996, Pothoven et al. 2000, Horppila et al. 2003, Koksvik et al. 2009) och anses för närvarande vara den bästa för skattning av tätheten hos *M. relicta s.l.* (se bl a Bagge et al 1996, Kinsten & Degerman 2012), då denna art i mörker söker sig mot ytligare lager för att bl a äta djurplankton.

Då håvning även lämpar sig för skattning av tätheten hos den planktiskt levande *L. macrurus* noterades även denna art och i den mån även andra glacialrelikta kräftdjursarter påträffades noterades även dessa.

Ytterligare information om utrustning, metoder och analyser framgår av ”Undersökningstyp: Glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag. Programområde: Sötvatten” (Havs och Vattenmyndigheten 2016). Dessutom kan metodupplysningar hämtas ur Kinsten & Degerman (2012).

En sammanfattning av rekommenderade metoder för undersökning av olika glacialrelikta kräftdjurs förekomst respektive täthet framgår av tabell 2.

Tabell 2. Rekommenderade metoder för undersökning av olika glacialrelikta kräftdjursarters förekomst respektive täthet. (Tabellens uppgifter är i första hand baserad på informationen i Kinsten & Degerman (2012)).

	<i>G.lacustris</i>	<i>L.macrurus</i>	<i>M.affinis</i>	<i>M.relicta s.l.</i>	<i>P.quadrspinosa</i>	<i>S.entomon</i>
Förekomst	M	V	B, M	M	M	M
Täthet	V?	V	B	V	V?	B

B= Bottenhuggare (i första hand van Veenhuggare). M = Mysistrål. V = Vertikalhåv.



Foto: Björn Kinsten

Figur 2. Bilden visar den stora håv som använts vid alla undersökningarna av glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och Mälaren till och med 2022.

2.3 Analys på laboratoriet

Analysen av de insamlade proven gjordes under förstoring på laboratoriet.

I håvproven räknades samtliga individer av de större glacialrelikta kräftdjuren (*G. lacustris*, *M. affinis*, *M. relicta s.l.* och *P. quadrispinosa*), medan endast en liten del av proven (subsampling) analyserades då tätheten av *L. macrurus* skattades. Beträffande den sistnämnda arten skall resultatet ses som ett komplement till resultaten i de undersökningar av djurplankton som sker inom den nationella miljöövervakningen.

Medeltätheten hos samtliga arter har angivits som antal individer/m² (ind./m²) med 95%-konfidensintervall inom parentes.

För att bilda sig en uppfattning om livscykeln hos *M. relicta s.l.* utfördes längdmätningar på merparten av de individer som insamlades i håvproven. Längden mättes från rostrums spets till yttersta delen av telson. Samma sätt att mäta längden använde också Fürst (1972a).

3 Resultat och diskussion

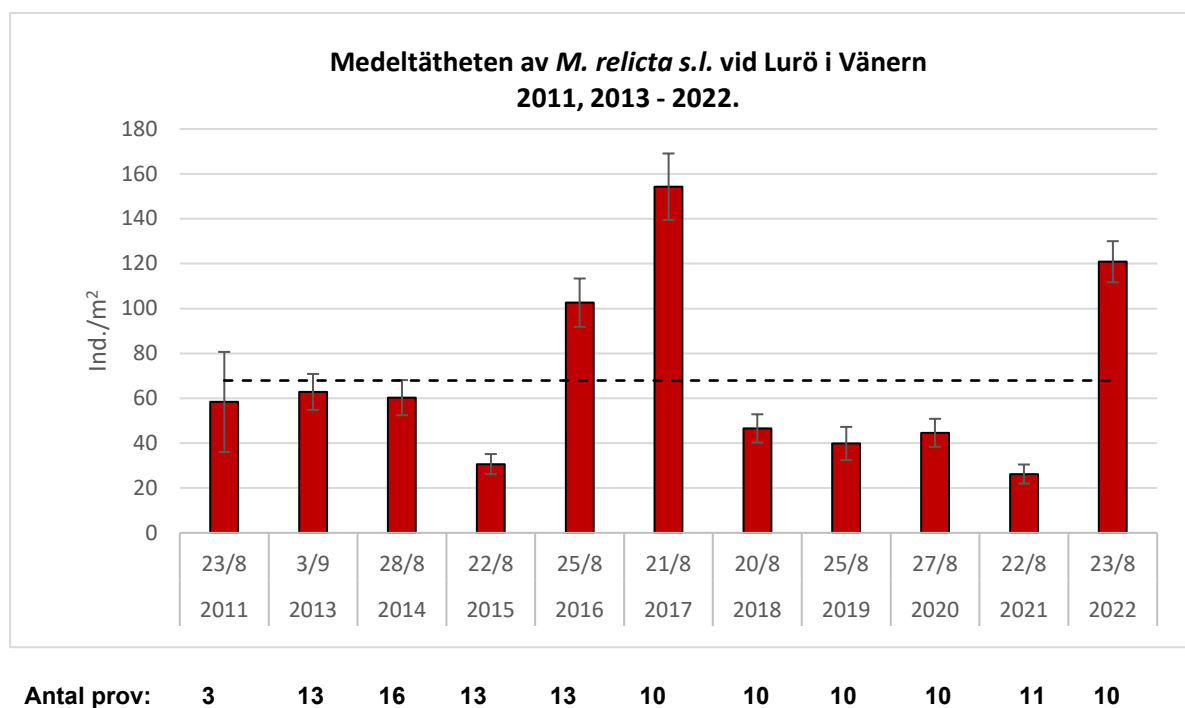
3.1 Tidpunkten för håvningarna i förhållande till solnedgången

Håvningarna 2022 inleddes på alla provtagningspunkterna cirka en timme eller mer efter solnedgången, med undantag av Lurö och Görväln där provtagningarna påbörjades något tidigare. Tidpunkten för solens nedgång vid undersökningsområdena framgår av bilaga 2 och 3 - 7.

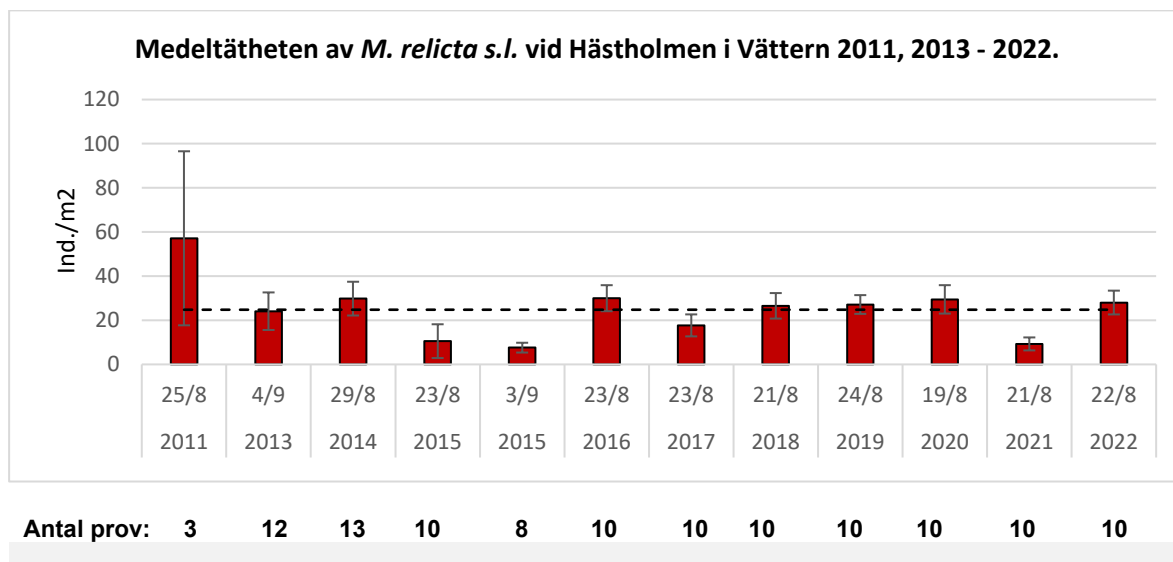
3.2 Täthet

3.2.1 *Mysisrelicta s.l.*

Undersökningarna 2022 vid Lurö i Vänern resulterade i en skattad medeltäthet av *M. relicta s.l.* på 120,8 (+/- 9,2) ind./m². Nämnda täthet var den näst högsta tätheten som uppmätts sedan undersökningarna började 2011 (figur 3 och bilaga 3, 8). Den skattade medeltätheten vid Hästholmen 2022 var 28,0 (+/- 5,4) ind./m²) och låg ungefär i nivå med medeltätheten från tidigare undersökningsår (figur 4 och bilaga 4, 8).

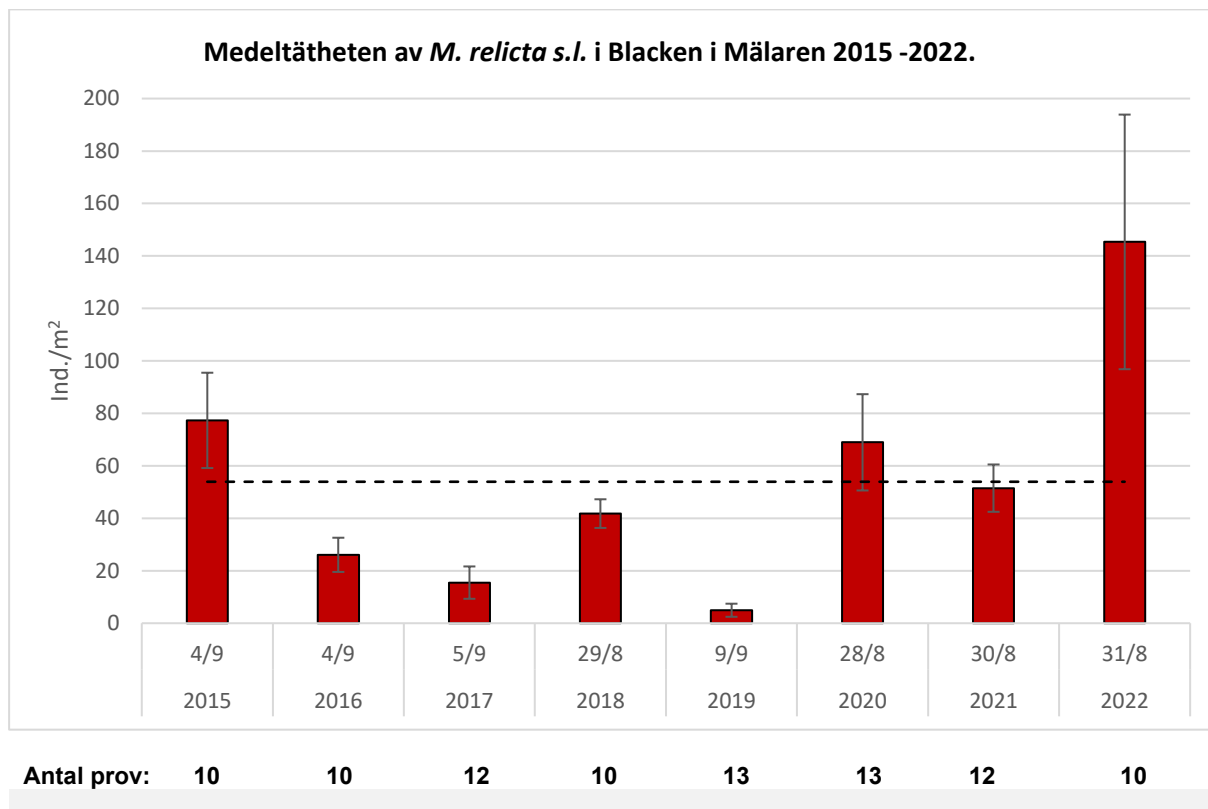


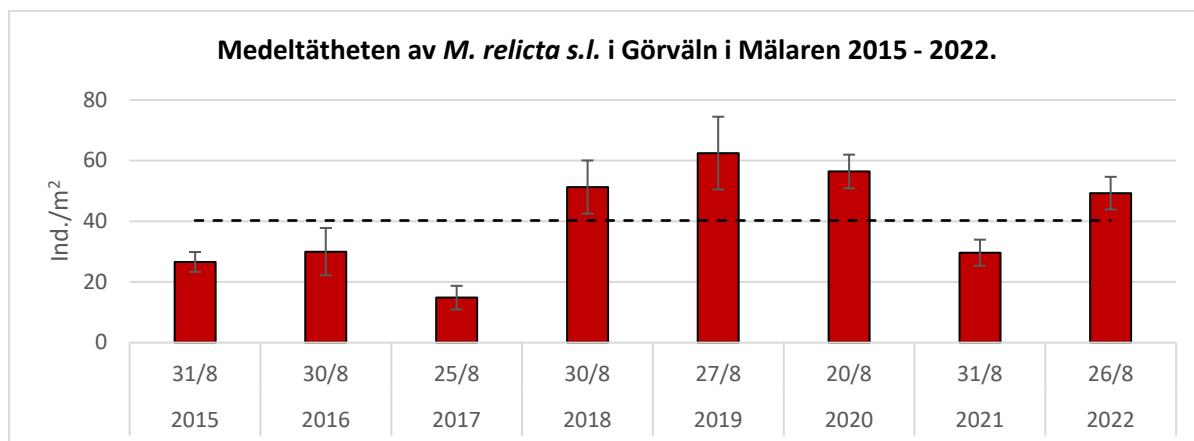
Figur 3. Medeltätheten per undersökningstillfälle av *M. relicta s.l.* skattad genom håvning över 70 meters djup vid Lurö i Vänern. Provtagningarna skedde vid flera tidpunkter under en kväll/natt i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.



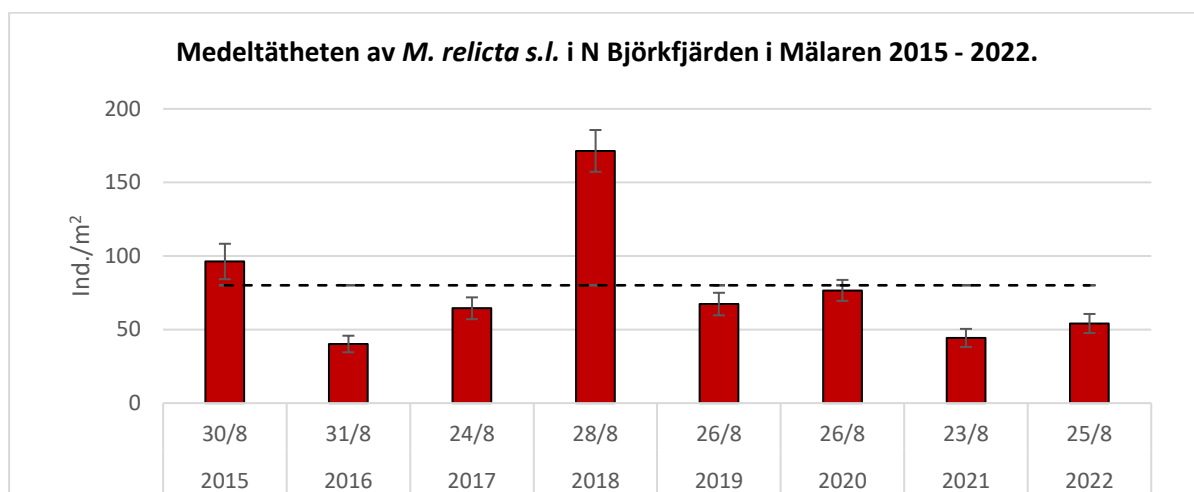
Figur 4. Medeltätheten per undersökningstillfälle av *M. relicta* s.l. skattad genom håvning över 100 meters djup vid Hästholmen i Vättern. Provtagningarna skedde vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. (Obs! Två provtillfällen 2015). Felstapeln anger 95%-konfidsensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

I Mälaren 2022 var den skattade medeltätheten hos *M. relicta* s.l. i Blacken 145,4 (+ 48,5) ind./m², i Görväln 49,3 (+ 5,4) ind./m² och i Norra Björkfjärden 54,1 (+ 6,5) ind./m² (figur 5 och bilaga 5 - 8). En jämförelse med tidigare år visade att medeltätheten i Blacken 2022 var den klart högsta som uppmätts sedan undersökningarna började 2015. Medeltätheten i Görväln överskred medelnivån något för alla år medan medeltätheten i Norra Björkfjärden var låg i jämförelse med övriga år och underskreds endast av tätheten 2016 och 2021.



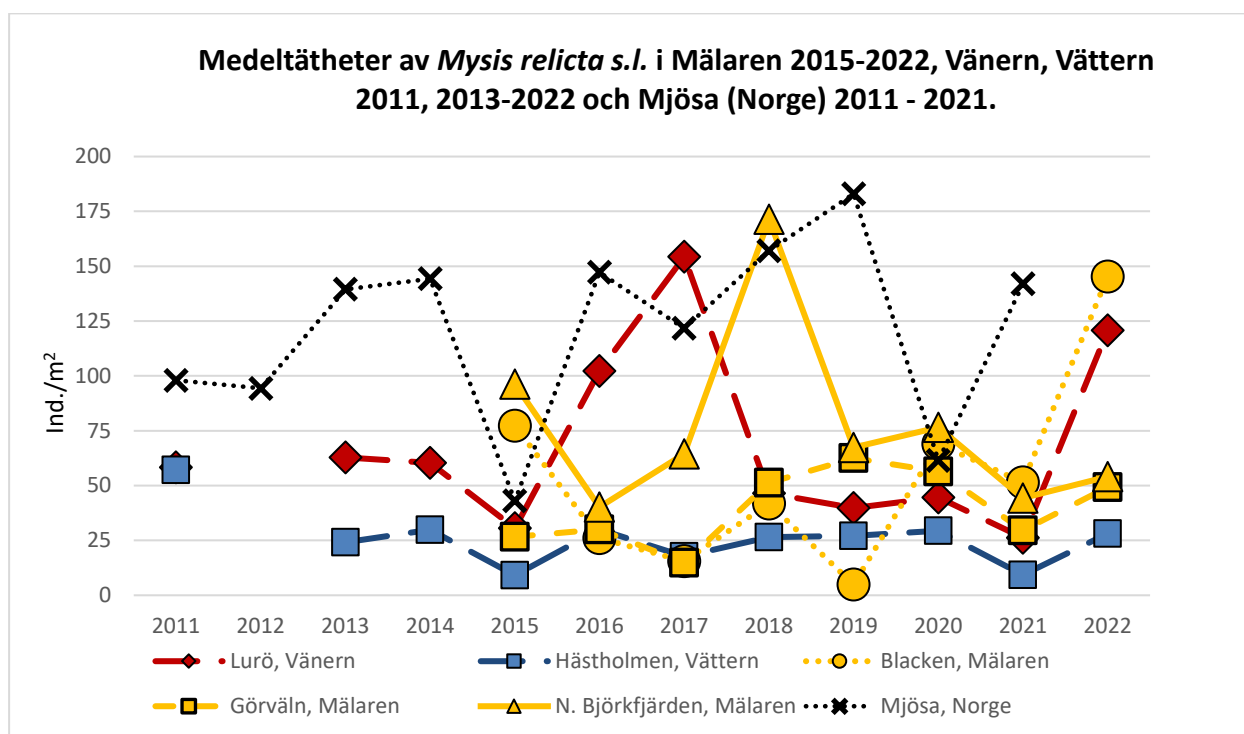


Antal prov: 10 10 10 11 10 10 10 10



Antal prov: 11 12 10 10 10 10 10 10

Figur 5. Medeltätheten av *M. relicta* s.l. skattad genom håvning i de tre Mälarfjärdarna Blacken, Görväl och Norra Björkfjärden över 26, 56 respektive 60 meters djup vid flera tidpunkter i mörker under en kväll i slutet av augusti/början av september 2015 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidsensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammen anges antalet prov per undersöknings-tillfälle.



Figur 6. Medeltätheten av *M. relicta* s.l. i Vänern (Lurö) och Vättern (Hästholmen) 2011, 2013 – 2022 samt i Mälaren (Blacken, Görvåln, Norra Björkfjärden) 2015 - 2022. En jämförelse har också gjorts med medeltätheten uppmätt vid Skreia i Mjösa (Norge) 2011 - 2021. Data från Mjösa kommer från övervakningen som NIVA utför på uppdrag från Vassdragsförbundet för Mjösa (Thrane et al. 2021).

En jämförelse av resultaten från alla tre sjöarna 2022 (figur 6 och bilaga 8) visade att den skattade medeltätheten hos *M. relicta* s.l. var högst i mälarfjärden Blacken följt av Vänern, medan Vättern och mälarfjärdarna Görvåln och Norra Björkfjärden visade en klart lägre täthet. Förhållandet med en högre medeltäthet i Vänern i jämförelse med Vättern överensstämde med resultaten från tidigare år med undantag av 2011 då den skattade medeltätheten var tämligen lika i de två sjöarna. Kinsten & Degerman (2012) noterade också en signifikant större medeltäthet av *M. relicta* s.l. 2011 i Vänern i jämförelse med Vättern, då täthetsvärden från flera provplatser medräknades.

Sandeman & Lasenby (1980) angav att syrgashalter under 3 mg/l var kritiska för *M. relicta* (numera i nordamerika benämnd *M. diluviana*). Sherman et al. (1987) visade att *M. relicta* kunde upptäcka och undvika områden med låga syrgaskoncentrationer. Dadswell (1974) och Boscarino et al. (2007) angav att arten inte klarar temperaturer uppåt 18 grader medan Chipps (1998) påpekade att 15 grader kan vara energimässigt kostsamt för arten. En tillbakablick på resultat från undersökningar i Blacken ingående i den sk nationella miljöövervakningen (SLU) visade att temperaturen på 17 meters djup den 29/8 2018 var 14,5 grader samtidigt som syrgashalten var låg (0,98 mg O₂/l). Vid samma tillfälle uppmättes tre meter högre upp (dvs 14 meters djup) temperaturen 18,1 grader. Levnadsutrymmet i vertikal ledd för *M. relicta* s.l. i Blacken den 29/8 2018 var alltså mycket begränsat. Påföljande år, 2019, var tätheten av *M. relicta* s.l. i Blacken mycket låg (figur 5), vilket kan ha ett samband med det begränsade livsutrymmet sensommaren 2018. En förklaring skulle kunna vara att en decimering av beståndet inträffat efter håvningen och temperatur- och syrgasmätningen den 29/8 2018. En ytterligare orsak skulle eventuellt kunna vara att en minskad rekrytering skett under senhösten 2018 (fortplantning sker normalt i november/december) p g a långsam längdtillväxt (se kap. 3.3.). De tre åren efter 2019 (dvs 2020, 2021 och 2022) var tätheten åter högre och 2022 uppmättes den klart högsta tätheten för åren 2015 – 2022

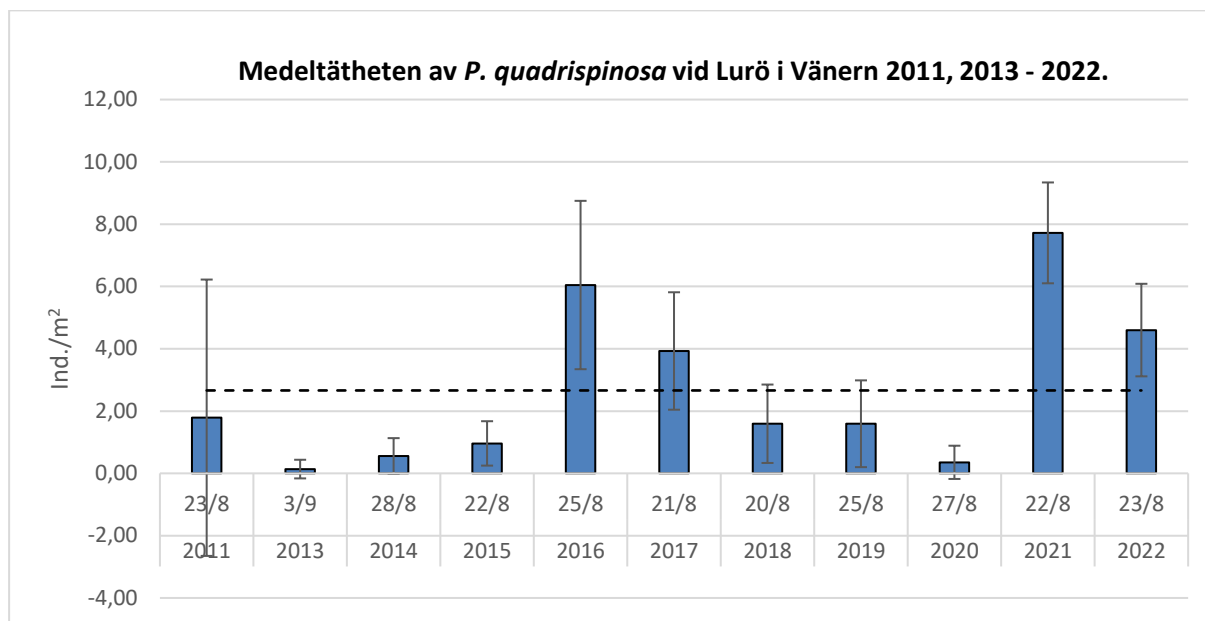
(figur 5). En jämförelse av resultatet för *M. relicta s.l.* 2018 och 2019 i Blacken kan också göras med resultat från undersökningar av det pelagiska fisksamhället i slutet av september 2018 och 2019 i den närbelägna Granfjärden med ungefär samma djup som Blacken. Resultaten i Granfjärden visade bl a att beståndet och rekryteringen av den kallvattenkrävande och vårlekande fiskarten nors minskade avsevärt 2018, men återhämtade sig 2019 (Axenrot & Rogell, 2020).

Inom ramen för den nationella miljöövervakningen (SLU) har syrgasmätningar utförts i Görväl och Norra Björkfjärden ned till som djupast 45 meters djup respektive 50 meters djup åren 2018 - 2021. Vid dessa mätningar uppmättes aldrig syrgashalter under 3 mg/ l förutom vid ett tillfälle (8/8 2019) i Norra Björkfjärden då 0,69 mg O₂/l uppmättes på 50 meters djup. Det vertikala livsutrymmet för *M. relicta s.l.* mellan de höga temperaturerna i de övre delarna och låga syrgashalter i de djupare delarna var i Görväl och Norra Björkfjärden mycket större än i Blacken. Någon lägre täthet liknande den i Blacken kunde heller inte noteras i dessa två fjärdar det påföljande året 2019 (kap. 3.2.1., figur 5).

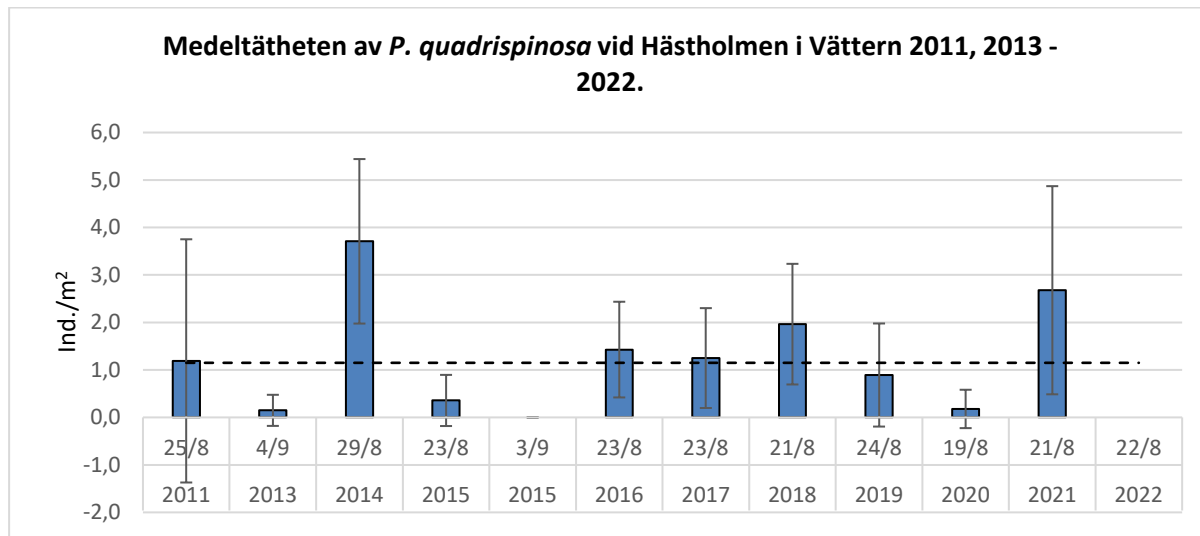
En jämförelse av de skattade medeltätheterna hos *M. relicta s.l.* har också gjorts med resultat från undersökningar av glacialrelikta kräftdjur i Mjösa, Norges största sjö (figur 6). Undersökningarna i Mjösa har pågått under betydligt längre tid än vad som framgår av figuren och har utförts vid flera tillfällen under samma år under sammanlagt 45 år sedan 1976 (Thrane et al. 2022). En jämförelse av medeltätheten hos *M. relicta s.l.* i de fyra sjöarna under perioden 2011 – 2021 visar att den högsta medeltätheten uppmättes vid Skreia i Mjösa 2019. De högsta tätheterna bland de tre svenska sjöarna noterades i Norra Björkfjärden 2018 och i Vänern 2017. Ovanligt låga medeltätheter uppmättes hos *M. relicta s.l.* i Vänern, Vättern och Mjösa 2015, i Mjösa 2020 samt i Vänern och Vättern 2021.

3.2.2 *Pallaseopsis quadrispinosa*, *Monoporeia affinis*, *Gammaracanthus lacustris* och *Saduria entomon*

P. quadrispinosa har oftast bara noterats i ett mindre antal håvprov/provtillfälle i Vänern och Vättern med undantag av något enstaka år och antalet individer/prov har oftast varit litet (figur 7 resp. 8 och bilaga 3, 4, 8). Den högsta medeltätheten i Vänern uppmättes 2021 då tätheten var 7,7 (+- 1,6) ind./m², medan den högsta medeltätheten i Vättern noterades 2014 med 3,7 (+- 1,7) ind./m². Övriga år har medeltätheten vanligen varit betydligt lägre.



Figur 7. Medeltätheten av *P. quadrispinosa* skattad genom håvning över 70 meters djup vid Lurö, Vänern, vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärdet för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

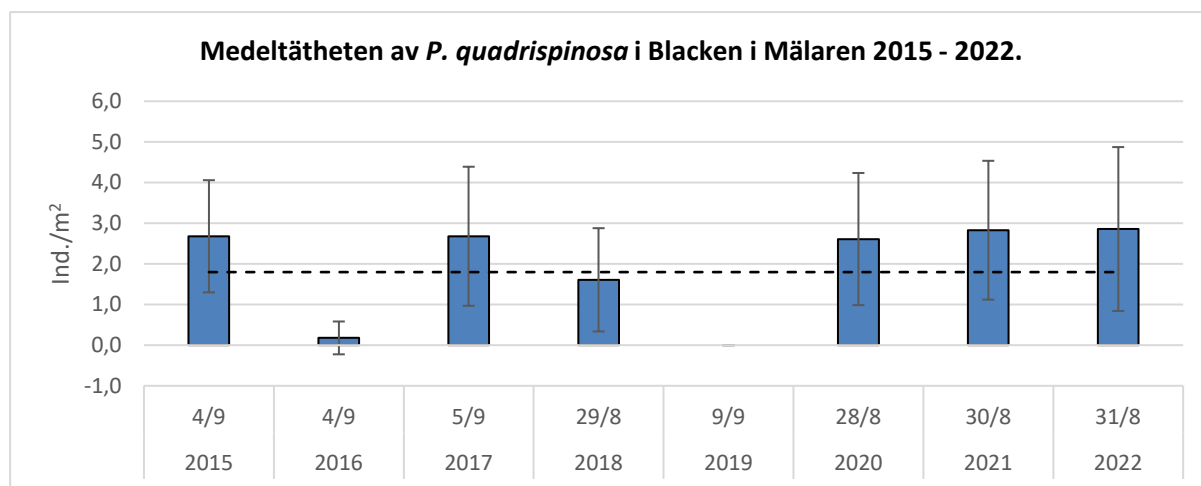


Figur 8. Medeltätheten av *P. quadrispinosa* skattad genom håvning över 100 meters djup vid Hästholmen, Vättern, vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. (Obs! Två provtillfällen 2015. Arten påträffades inte vid provtagningarna vid Hästholmen den 3/9 2015.) Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärdet för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

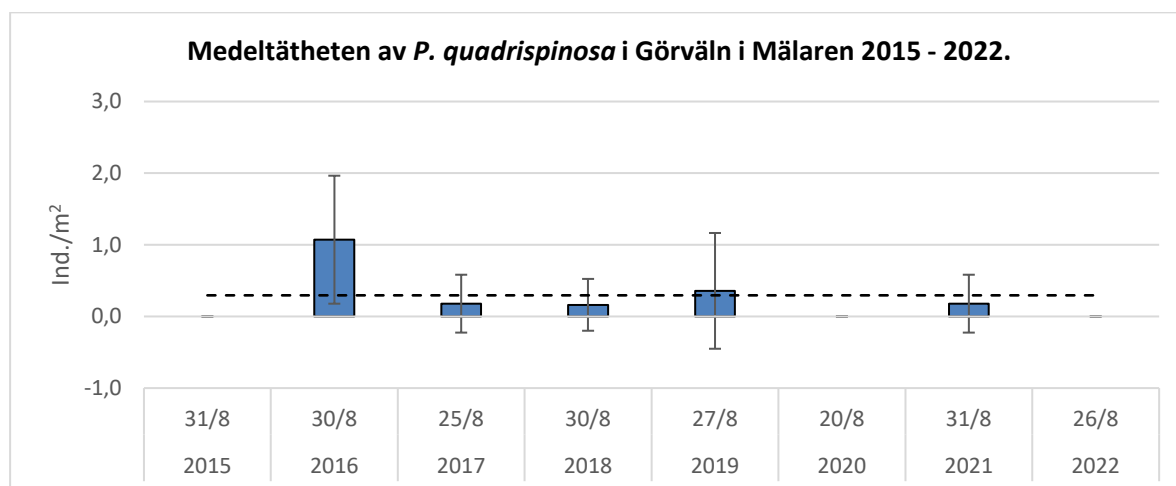
I Mälaren har vanligen endast enstaka håvprov/undersökningstillfälle innehållit *P. quadrispinosa* och då i litet antal (figur 9 och bilaga 5 - 8). Medeltätheten hos *P. quadrispinosa* i Blacken 2022 var 2,9 (+/- 2,0)

ind/m² dvs i nivå med tätheten 2015, 2017, 2020 och 2021. Arten noterades inte i Görväln och Norra Björkfjärden 2022. En jämförelse av resultaten från alla tre sjöarna 2022 (figur 10 och bilaga 8) visade att den skattade medeltätheten hos *M. relicta s.l.* ofta varit något högre vid Lurö i Vänern än på de andra stationerna.

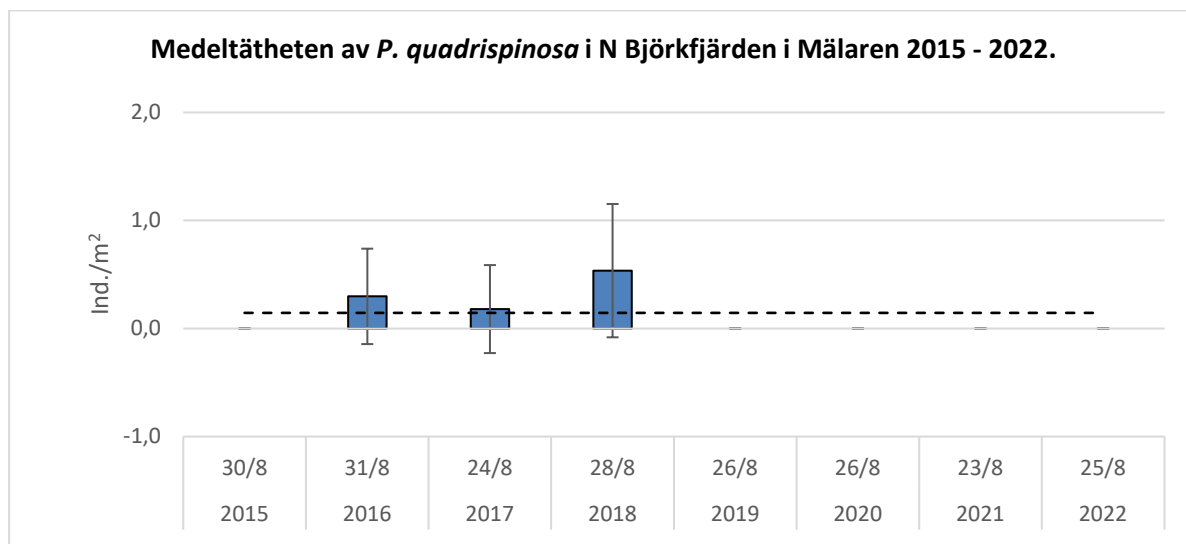
Kinsten & Degerman (2012) påpekade att vare sig håv, trål eller bottenhuggare kunde rekommenderas för skattning av artens täthet, men att högre tätheter noterades med håv i jämförelse med trål.



Antal prov: 10 10 12 10 13 13 12 10



Antal prov: 10 10 10 11 10 10 10 10



Antal prov: **11** **12** **10** **10** **10** **10** **10** **10**

Figur 9. Medeltätheten av *P. quadrispinosa* skattad genom håvning i de tre Mälarfjärdarna Blacken, Görvåln och Norra Björkfjärden över 26, 56 respektive 60 meters djup vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2015 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidsensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

P. quadrispinosa har oftare än de övriga glacialrelikta kräftdjuren påträffats i grunda områden (se t ex Kinsten 2012a, 2012b). Vid en bottenfaunaundersökning i Vänern 2014 noterades *P. quadrispinosa* på flera strandlokaler, bl a vid Torsö utanför Mariestad och vid Kållandsö (Nilsson et al. 2015)

I ett opublicerat meddelande från Lövik (anställd vid NIVA, Norge, nu pensionerad) har angivits att arten sällan har påträffats vid stationen vid Skreia (maxdjup > 400 m) i Mjösa, Norge, men att den har noterats oftare vid stationen vid Furnesfjorden som är grundare (ca 120 m). Vid undersökningen 2021 i Mjösa, Norge, påträffades inte *P. quadrispinosa* vid Skreia, medan den noterades i litet antal vid Furnesfjorden.. (Thrane et al. 2022).

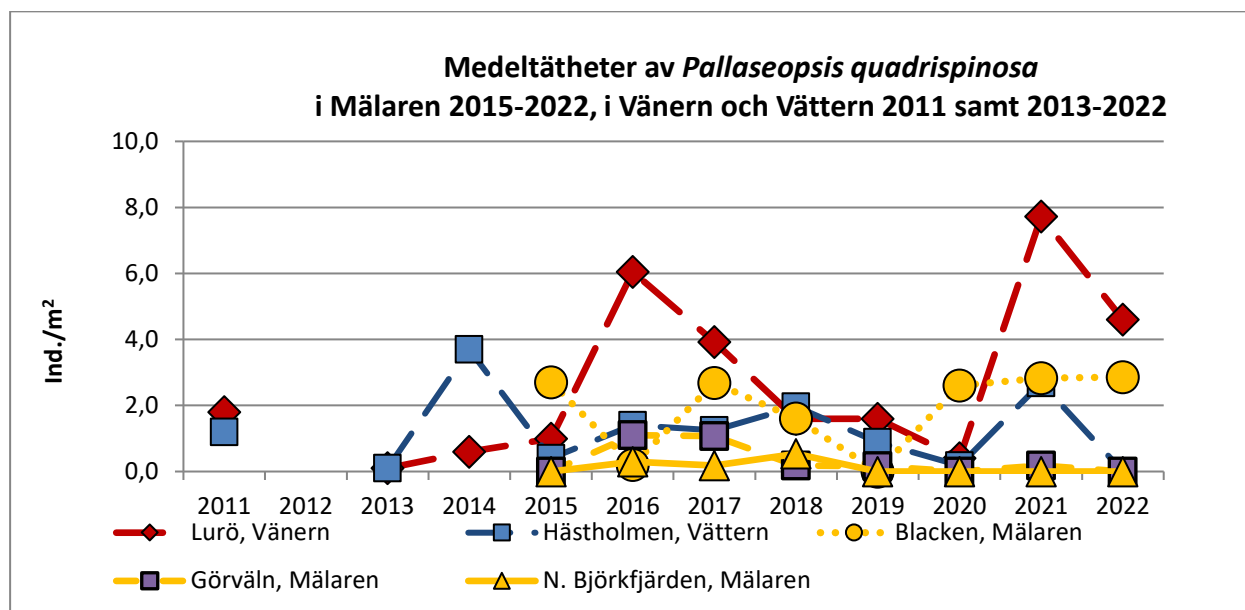
G. lacustris förekommer i Vänern och Vättern men har aldrig hittats i Mälaren (Kinsten 2012a, Kinsten 2020), som avsnördes från Östersjöns bräckta vatten med början under 900-talet och blev en insjö under 1200-talet (Mälarens vattenvårdsförbund 2020, <http://www.malaren.org/malaren/malarens-historia/miljoperspektiv/>). Då *G. lacustris* vare sig har noterats i Östersjöns bräckta vatten eller i sjöar uppströms Mälaren är det förväntat att arten också saknas i Mälaren. Arten har inte noterats vid Hästholmen i Vättern 2022, men påträffades i ett exemplar i Vänern 2022, vilket var det fjärde tillfället som arten har noterats i håvprov i Vänern sedan undersökningarna påbörjades 2011. De tidigare tillfällena var 2014 och 2018 då två exemplar fångades respektive år. Arten noterades också i Vättern 2019 då den påträffades i två exemplar. Det var första gången som arten noterades i håvprov i Vättern sedan undersökningarna påbörjades 2011 (Kinsten 2020). Fler fynd av arten har dock gjorts i trålprov framförallt vid Lurö i Vänern 2011 (Kinsten 2012b). Som jämförelse kan nämnas att arten påträffades i enstaka exemplar i några håvprov 2021 vid Furnesfjorden och Skreia, Mjösa i Norge (Thrane et al. 2022).

M. affinis förekommer i alla tre sjöarna och har vid något tillfälle sedan 2011 påträffats i håvprov i alla tre Mälarfjärdarna och i Vänern men inte i Vättern. I undersökningen 2022 saknades *M. affinis* i håvproven från Vänern och Vättern men påträffades i alla tre Mälarfjärdarna. Håvning är dock inte en lämplig metod

för skattning av tätheten hos *M. affinis*. Med stor sannolikhet är tätheten av nämnda art mycket underskattad med den metod som använts i denna undersökning. En betydligt bättre metod är provtagning med bottenhuggare (Kinsten & Degerman 2012).

S. entomon har inte noterats i håvprov i någon av de tre sjöarna. Håvning är dock inte en lämplig metod för täthetsbestämning av *S. entomon*. Istället är undersökning med bottenhuggare den metod som rekommenderas för täthetsbestämning av *S. entomon* (se Leonardsson & Sparrevik 1995).

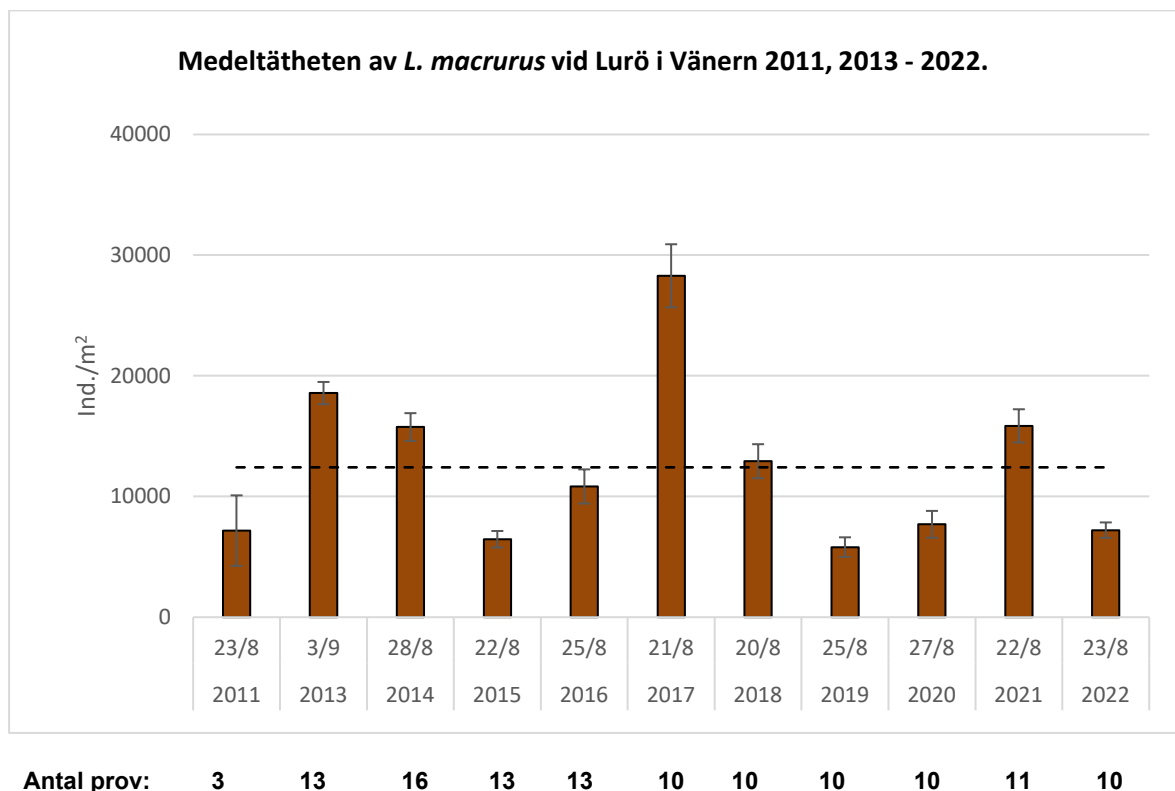
Det bör påpekas att undersökning med bottenhuggare sker inom den nationella miljöövervakningen av bottenfauna där både *M. affinis* och *S. entomon* ingår.



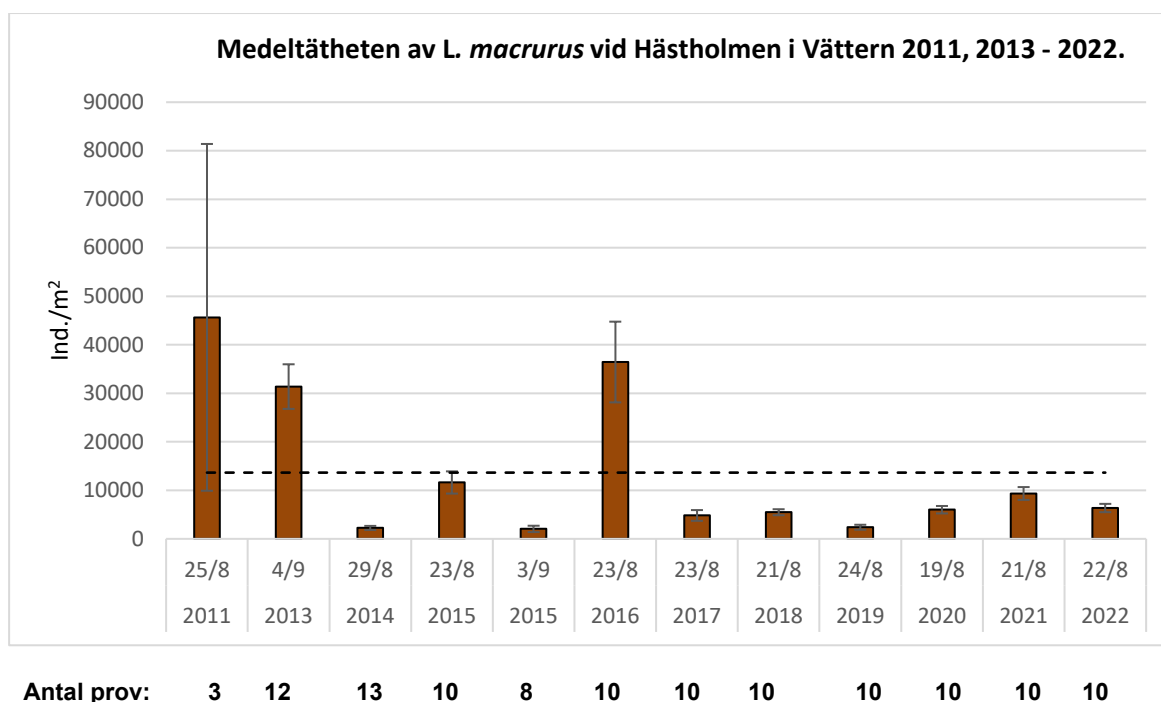
Figur 10. Medeltätheten av *P. quadrispinosa* i Vänern (Lurö) och Vättern (Hästholmen) 2011, 2013 – 2022 samt i Mälaren (Blacken, Görväln, Norra Björkfjärden) 2015 - 2022

3.2.3 *Limnocalanus macrurus*

Medeltätheten av det planktiska och minsta glacialrelikta kräftdjuret *L. macrurus* 2022 skattades vid Lurö i Vänern till 7 213 (+/- 640) ind/m² (figur 11 och bilaga 3, 8) och vid Hästholmen i Vättern till 6 354 (+/- 856) ind/m² (figur 12 och bilaga 4, 8). Ragnarsson Stabo et al. (2012) angav i kartform att Luröområdet i Vänern i augusti-september 2011 hörde till de områden i sjön som hade den lägsta biomassan av stora djurplankton, dit *L. macrurus* räknas. Nämnda författare påtalade också att biomassan av de stora djurplanktonen i Vättern var högst i det område där Hästholmen ligger och var där högre än vid Lurö i Vänern, vilket också överensstämmer med håvresultaten för 2011, 2013, augusti 2015 och 2016, men överensstämmer inte för övriga undersökningsår.



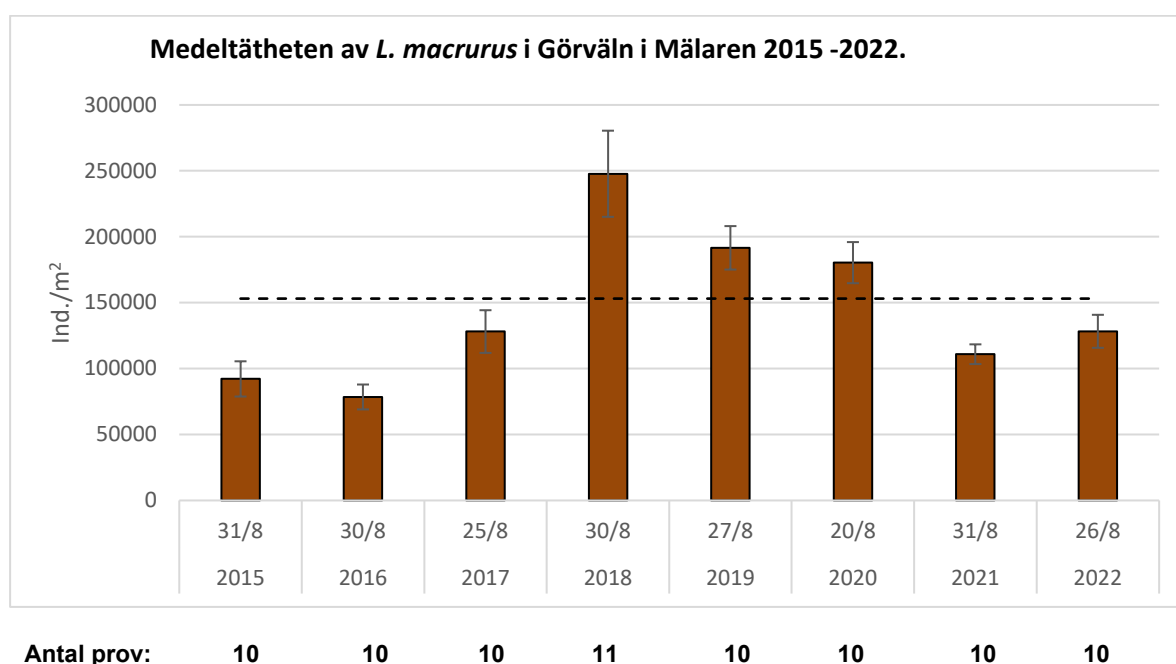
Figur 11. Medeltätheten av *L. macrurus* skattad genom håvning vid Lurö, Vänern, över 70 meters djup vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

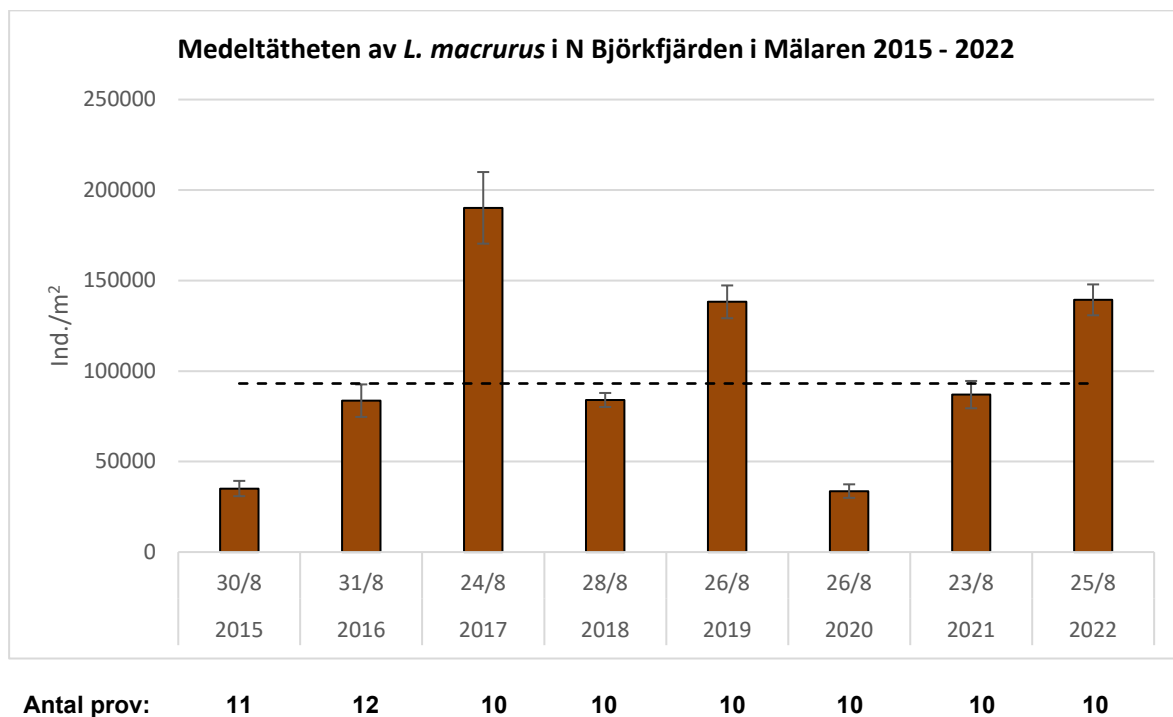


Figur 12. Medeltätheten av *L. macrurus* skattad genom håvning vid Hästholmen, Vättern, över 100 meters djup vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022

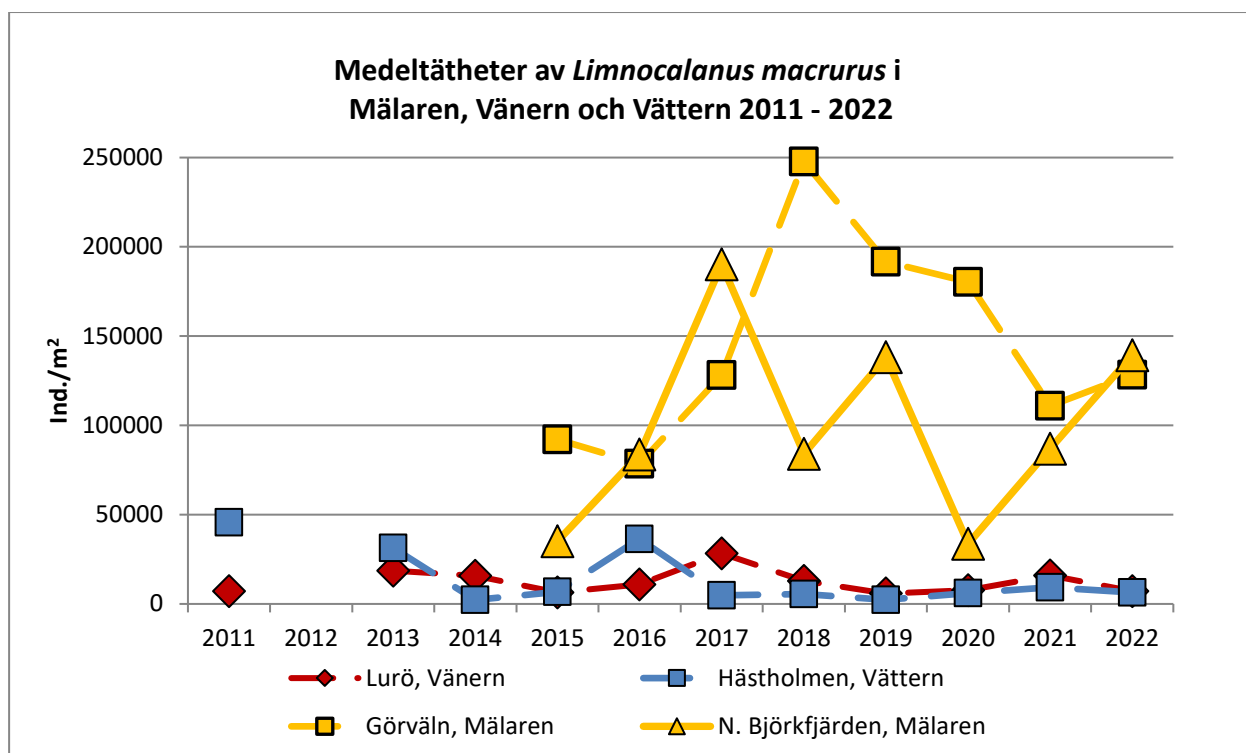
(OBS! Två provtillfällen 2015). Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärde för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.

I Mälaren noterades *L. macrurus* i alla tre fjärdarna 2022 liksom 2020 och 2021. Den första noteringen av arten i Blacken, sedan undersökningarna påbörjades 2015, gjordes 2020 och noterades 2022 i mycket låg medeltäthet (10,6 $\pm$ 16,0 ind./m²). Den skattade medeltätheten av arten i Görväln och Norra Björkfjärden har vanligen varit klart högre alla undersökningsåren (2015 – 2022) än de medeltätheter som skattats i Vänern och Vättern samma år (figur 14). Den högsta medeltätheten i någon av de tre sjöarna noterades i Görväln 2018 (247 788, $\pm$ 32 672 ind./m²) (figur 13 och 14, bilaga 6 och 8). En hög medeltäthet skattades också i Norra Björkfjärden 2017 då medeltätheten uppmättes till 190 181 ($\pm$ 19 782) ind./m² (figur 13 och 14, bilaga 7 och 8). Ragnarsson Stabo et al. (2012) angav i kartform att biomassan av stora djurplankton generellt var högre i Mälaren, speciellt i de västra delarna än i Vänern och Vättern. Nämda författare beskrev i kartform också att *L. macrurus* dominerade bland stora djurplankton i håvprov från Vättern 2011, medan *Leptodora kindtii* dominerade bland de stora djurplanktonen i Vänern och Mälaren. I mälarfjärden Blacken noterades däremot inte *L. macrurus* i håvproven åren 2015 – 2019, men förekom i liten täthet 2020, 2021 och 2022.





Figur 13. Medeltätheten av *L. macrurus* skattad genom håvning i de två Mälarfjärdarna Görväln och Norra Björkfjärden över 56 respektive 60 meters djup vid flera tidpunkter under en kväll i slutet av augusti 2015 - 2022. Felstapeln anger 95%-konfidensintervall. Den vågräta streckade linjen anger medelvärdet för alla år. Under diagrammet anges antalet prov per undersökningstillfälle.



Figur 14. Medeltätheten av *L. macrurus* i Vänern (Lurö) och Vättern (Hästholmen) 2011, 2013 - 2022 samt i Mälaren (Görväln och Norra Björkfjärden) 2015 - 2022.

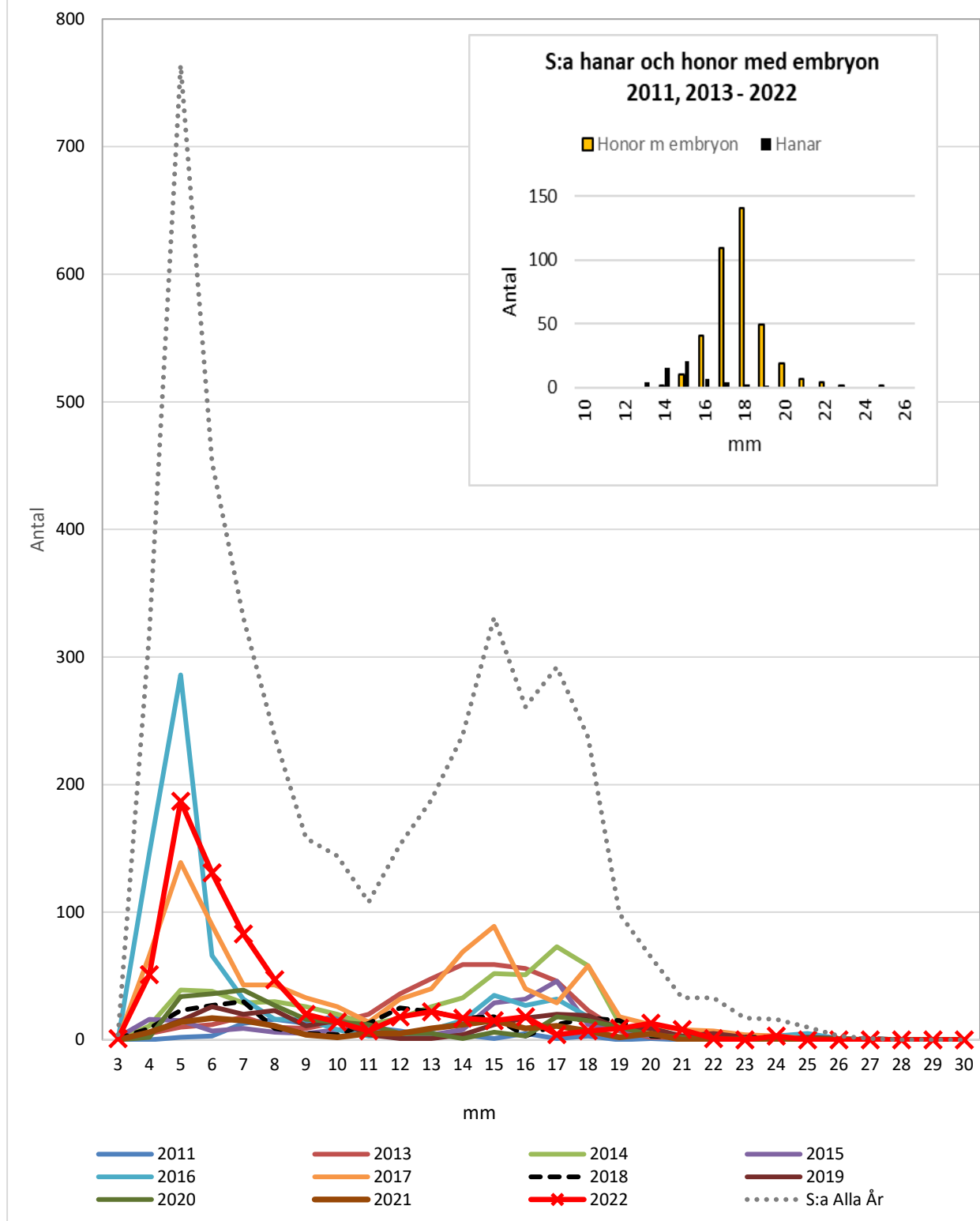
Resultat från Mjösa har visat att *L. macrurus* kan variera en hel del i biomassa mellan och inom år (Thrane et al. 2022).

3.3 Längdfördelning samt livscykel hos *M. relicta s.l.*

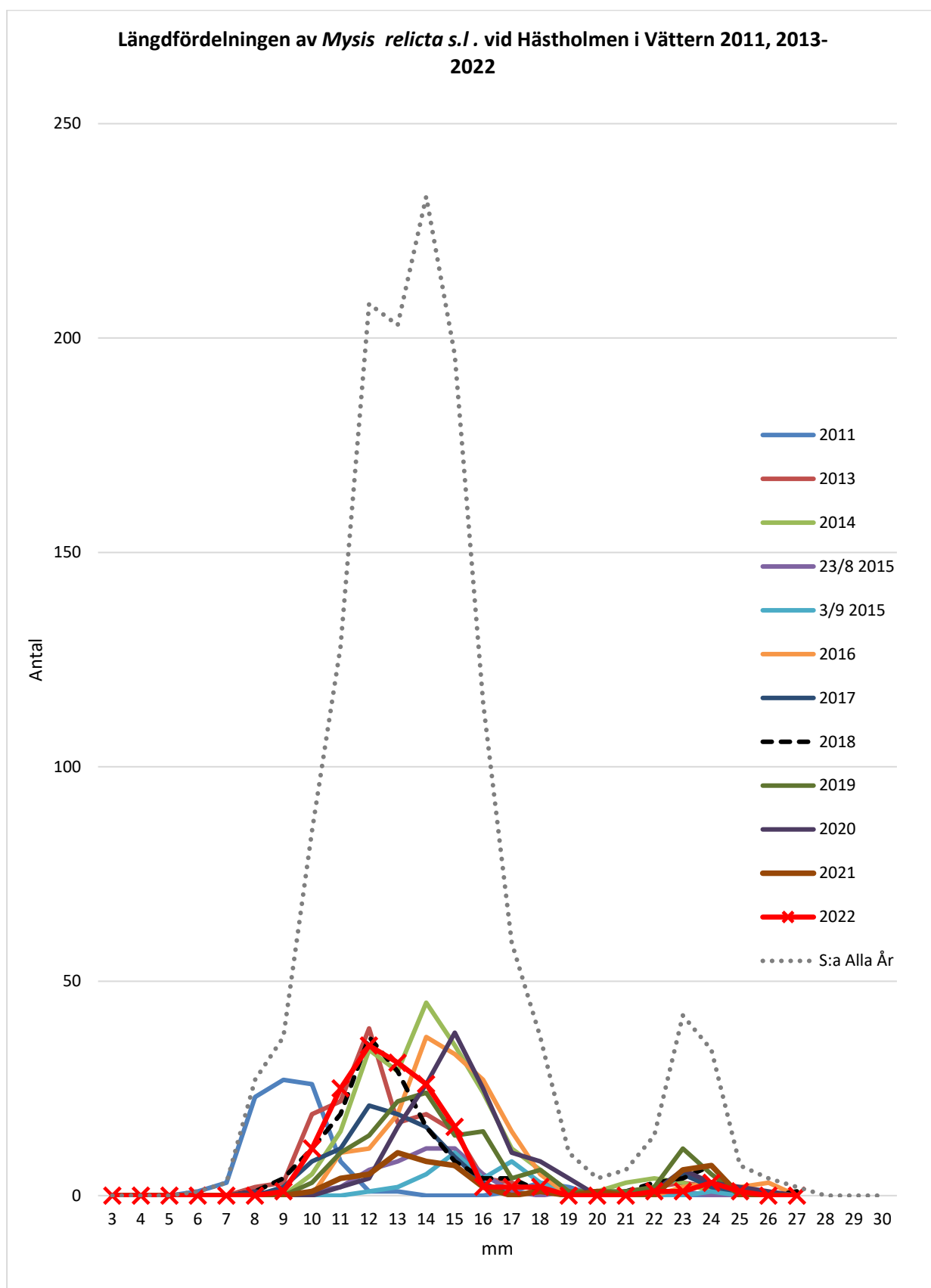
Längdmätningar av *M. relicta s.l.* insamlade i slutet av augusti/början av september vid Lurö i Vänern 2011 samt 2013 - 2022 har mer eller mindre tydligt visat på minst två längdgrupper som visar sig som ”pucklar” i diagrammet i figur 15 (se även bilaga 9). En jämförelse av längdfördelningen mellan Vänern (figur 15, bilaga 9) å ena sidan och Vättern (figur 16, bilaga 10) samt Mälaren (figur 17, bilaga 11 – 13) å andra sidan visade att andelen mycket små individer (ca 3 – 9 mm) var betydligt större i Vänern än i de två andra sjöarna. Dessutom har hanar och embryobärande honor påträffats i Vänern 2011 – 2019 och 2021, men inte 2020. Hanar påträffades inte heller 2022. Hanar och embryobärande honor har dock aldrig noterats i Mälaren och Vättern under nämnda undersökningsår. Tolkningen av detta innebär att s.k. sommarfortplantning förekommer i Vänern men inte i de två andra sjöarna vilket också har konstaterats av Fürst (1972). I Vänern är de minsta individerna födda under den innevarande sommaren och hör till gruppen med sommarfortplantning. De större individerna i den vänstra ”puckeln” och de mindre individerna i den högra ”puckeln” (figur 15) kan däremot vara födda under vintern/våren samma år och hör i så fall till gruppen med vinterfortplantning. Den högra ”puckeln” innehöll förutom hanar och embryobärande honor också andra större individer. De senare är förmodligen en blandning av honor som just fött (sommarfortplantning) och större individer som kan komma att bli köns mogna under hösten/vintern och då fortplanta sig (vinterfortplantning). En tredje mindre grupp kan anses med individer med längden ca 20 mm och däröver. Dessa utgörs troligen av tvååriga honor varav vissa kan vara omlekare (jfr Fürst 1972). Enligt sistnämnda författare är dock båda livscyklerna i Vänern i huvudsak ettåriga. Livscykeln i Vänern kan dock vara svår att tolka utifrån längdmätningar då två olika livscykler samexisterar i sjön. Dessutom konstaterade Audzijonyte & Väinölä (2005) att *M. relicta s.l.* innefattade två arter (*M. relicta s.str.* och *M. salemaai*) i Vänern liksom i Vättern och är svåra att skilja åt med hjälp av morfologiska karaktärer varför andra metoder behövs för att skilja arterna åt (se kapitel 3.4.). En analys genom sekvensering av en mitokondriell gen hos *M. relicta s.l.* i Vänern som gjordes på prover från 2018 visade att de minsta juvenilerna tillhörde arten *M. salemaai* medan större juveniler och gravida honor tillhörde arten *M. relicta s.str.* (Kinsten 2020).

Längdfördelningen i Vättern (figur 16, bilaga 10) och i Mälaren (figur 17, bilaga 11 – 13) var likartad och var uppdelad i två ”pucklar”. En grupp innefattade individer som var ca 6 - 20 mm. Den andra ”puckeln” omfattade individer med längden ca 21 - 30 mm. Den vänstra och största ”puckeln” med de mindre individerna bestod sannolikt av djur som fötts under vintern/våren samma år (vinterfortplantning) och kommer troligen att fortplanta sig under den kommande hösten/vintern varefter födsel av en ny generation kommer att ske under den nästkommande vintern/våren. Den högra lilla ”puckeln” med de större djuren innehöll förmodligen tvååriga honor varav vissa kan ha varit omlekare. Fürst (1972) ansåg att livscykeln i Mälaren och Vättern i huvudsak var ettårig.

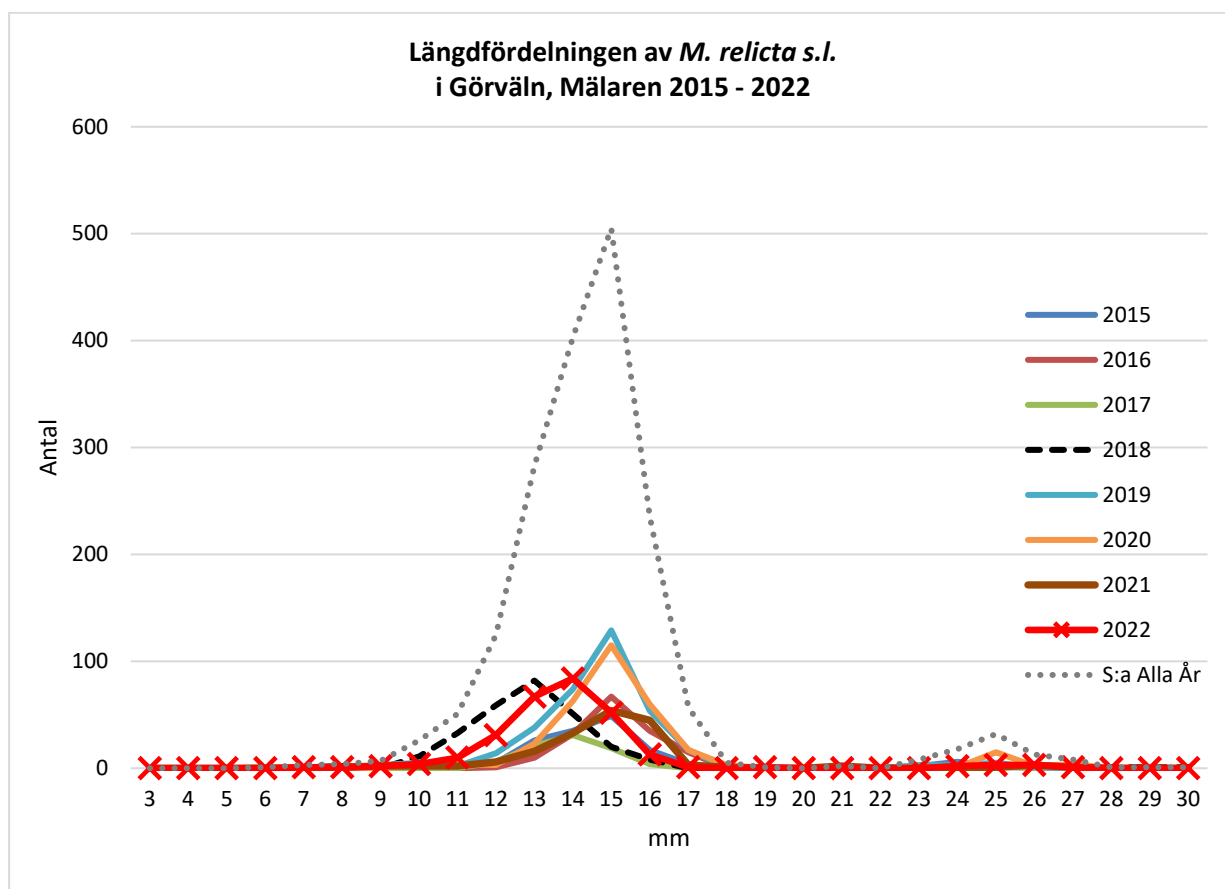
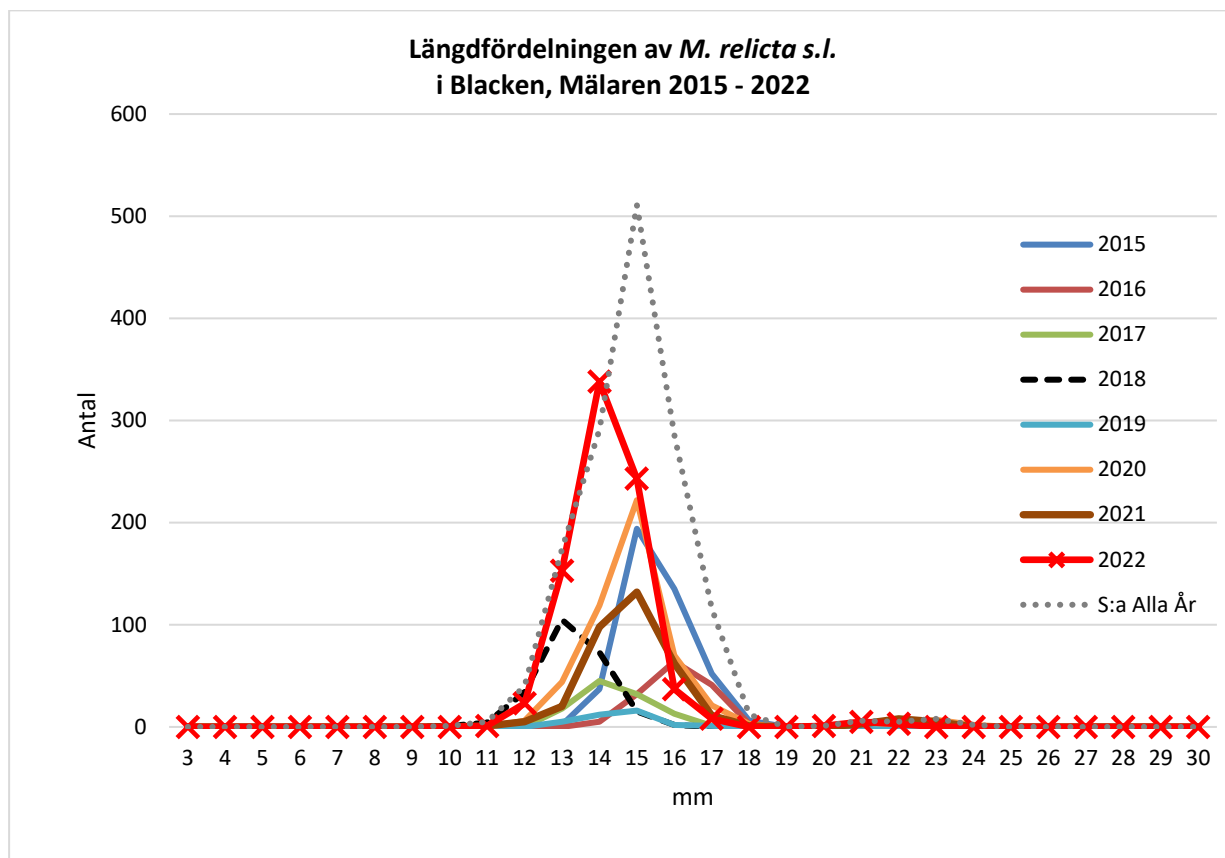
Längdfördelningen av *M. relicta s.l.*
vid Lurö i Vänern 2011, 2013 - 2022

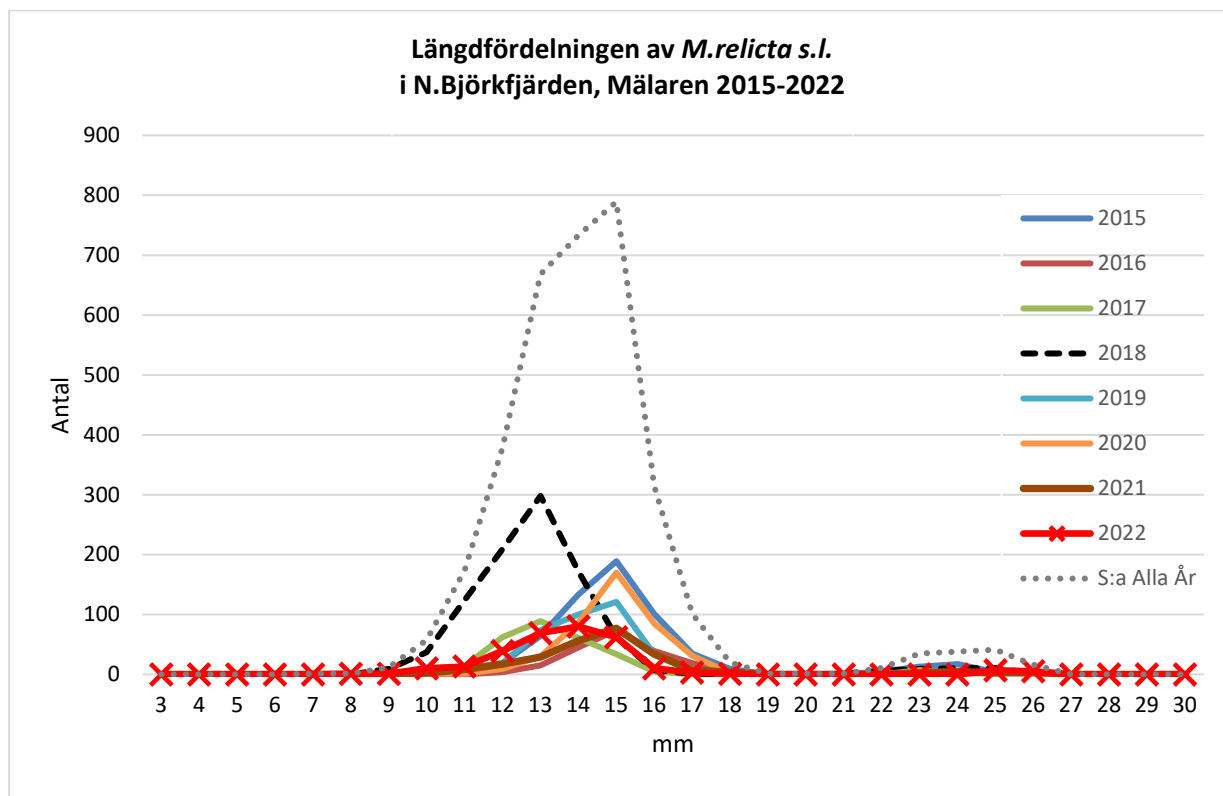


Figur 15. Längdfördelningen av *M. relicta s.l.* i håvprov insamlade vid Lurö i Vänern över 70 meters djup i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. Antalet längdmätta djur har angivits längs Y-axeln.



Figur 16. Längdfördelningen av *M. relicta* s.l. i håvprov insamlade vid Hästholmen i Vättern över 100 meters djup i slutet av augusti/början av september 2011, 2013 - 2022. Inga hanar eller honor med embryon har påträffats i håvproven från Hästholmen. Antalet längdmätta djur har angivits längs Y-axeln.





Figur 17. Längdfördelningen av *M. relicta s.l.* i håvprov insamlade i de tre Mälarfjärdarna Blacken, Görvåln och Norra Björkfjärden över 26, 56 respektive 60 meters djup i slutet av augusti/början av september 2015 - 2022. Inga hanar eller honor med embryon har påträffats i håvproven från Mälaren. Antalet längdmätta djur har angivits längs Y-axeln.

En jämförelse av längdtillväxten hos *M. relicta s.l.* i de tre Mälarfjärdarna 2015 – 2022 (figur 17) antyder att tillväxten i alla tre fjärdarna kan ha gått något långsammare 2018 än övriga år. Tendensen antyds även i ”den andra puckeln” i Vänern och tillsammans med resultaten från ytterligare några år i Vättern.

Sedan länge finns det vetskap om att en minskad näringstillgång för *M. relicta s.l.* leder till en lägre individtillväxt och därmed också en förlängd tid för att uppnå könsmognad (Fürst 1972b, Olsén 1980). Frågan inställer sig om värmeböljan sommaren 2018 kan ha hämmat tillväxten hos *M. relicta s.l.* Då arten vertikalvandrar och nattetid besöker de övre skikten för att livnära sig på växt- och djurplankton är det hypotetiskt möjligt att den varma sommaren 2018 kan ha medfört att den kallvattenälskande *M. relicta s.l.* hade svårare att nå födan i de planktonrika övre alltför varma delarna av sjön, vilket i sin tur kan ha medfört en lägre tillväxt hos arten och därmed också inverkat på fortplantningen och rekryteringen (se kap. 3.2.1.).

3.4 Artbestämning av *M. relicta s.l.* genom sekvensering av en mitokondriell gen

M. relicta s.l. i Vänern innefattar de två arterna *M. relicta s.str.* och *M. salemaai* (Audzijonytė & Väinölä 2005). En speciell undersökning utfördes 2019 av Martin Ogonowski (SLU) med syftet att avgöra arttillhörigheten hos 17 individer av *M. relicta s.l.* som insamlats 2018 i Vänern. Resultatet visade att medelstora juveniler och gravida honor identifierades som *Mysis relicta s.str.*. Däremot identifierades de allra minsta nykläckta individerna som *Mysis salemaai* (se Kinsten 2020). För att noggrannare utreda eventuell separering av reproduktionscyklerna hos de två arterna skulle ett större material behöva analyseras.

3.5 Hemimysis anomala – en invasiv art påträffad i Görvåln, Mälaren, 2021



Vid en extra genomgång av insamlat material från 2021 års undersökning i Görvåln, Mälaren, påträffades några individer av ytterligare en mysisart, nämligen *Hemimysis anomala* (bloody-red shrimp, blodröd pungräka). Provet där arten upptäcktes insamlades med vertikalhåvning över 55 meters djup. Så vitt vi vet är detta den första gången *Hemimysis anomala* har upptäckts i en svensk sjö. Arten har sitt ursprung i området kring Svarta havet och Kaspiska havet och är enligt artdatabanken (<https://artfakta.se/naturvard/taxon/hemimysis-anomala-233749>) under stark spridning i världen. Spridningen sker via strömmar och med fartygstrafik. Den upptäcktes i Lake Ontario och Lake Michigan i Nordamerika 2006 (Pothoven et al. 2007). I Sverige har denna mysid tidigare noterats på några platser i Östersjön längs Sveriges östkust bl a i Trosa skärgård 1995 och senare vid Djurgården i Stockholm 2003 (https://www.nobanis.org/globalassets/marine-key/small-crustaceans/hemimysis_anomala.pdf). Arten räknas inte till de glacialrelikta kräftdjuren men nämns här p g a att den liksom *Mysis relicta s.l* hör till familjen Mysidae och har delvis en liknande roll i sjöars ekosystem. Det är känt att arten liksom *Mysis relicta s.l* är omnivor (Ives et al. 2013) men tolererar högre temperatur (Sun et al. 2013) och uppträder strandnära (Pothoven et al. 2007). *Hemimysis anomala* föredrar steniga stränder med mycket hållrum där de vistas under dagtid för att under nattetid vandra högre upp i vattenmassan (Walsh et al. 2012). I en nederländsk sötvattensreservoir studerade Ketelaars et al. (1999) effekterna av en invasion av arten, där det framkom att zooplankton minskade dramatiskt och att sammansättningen av zooplankton förändrades. Gallagher et al. (2010) visade i experiment att arten även var kapabel att äta fiskrom och fiskyngel. Det finns därför all anledning att följa utvecklingen av arten i främst Mälaren.

4 Slutord

Med början under sensommaren 2011 inleddes undersökningar av förekomst och täthet av glacialrelikta kräftdjur i såväl Vänern som Vättern. Undersökningarna 2011 var omfattande och innefattade såväl trålning dagtid som håvning i mörker under kvällstid. Tre undersökningsområden i vardera sjön ingick där undersökningar gjordes på flera olika djup. Undersökningar har därefter fortsatt 2013 – 2020 genom håvning i mörker under kvällstid över största djupet på en lokal i vardera sjön (vid Lurö i Vänern respektive vid Hästholmen i Vättern).

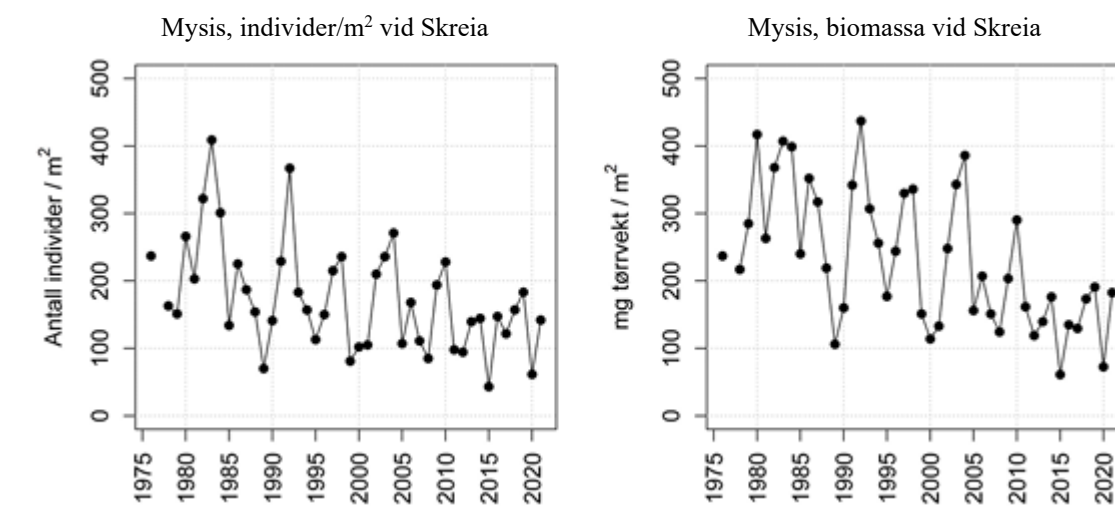
Liknande undersökningar av glacialrelikta kräftdjur påbörjades även i Mälaren 2015 då tre fjärdar (Blacken, Görvåln och Norra Björkfjärden) undersöktes på flera djup genom trålning dagtid och håvning i mörker under kvällstid. Undersökningarna i nämnda fjärdar fortsatte 2016 – 2022 med håvning över det största djupet i mörker under kvällstid.

Genom undersökningar omfattande många år kan en grund skapas för framtida studier av långsiktiga förändringar i individtäthet, vilket kan ha långtgående inverkan på det övriga ekosystemet. Boscarino et al. (2007) ansåg t ex att mysider var en central djurgrupp när det gäller att förstå näringsvävsdynamiken i de Stora sjöarna och andra djupa sjöars ekosystem i Nordamerika. Betydelsen av flera av de glacialrelikta

kräftdjuren som fiskföda är välkänd (se t ex Fürst et al. 1984, Svärdson et al. 1988). Ett exempel på undersökningar av glacialrelikta kräftdjur som pågått i många år är de som utförts i Norges största sjö, Mjösa. Dessa undersökningar har genomförts under 45 år sedan 1976. De arter som förekommer i Mjösa är *G. lacustris*, *L. macrurus*, *M. relicta s.l.* och *P. quadrispinosa*. Undersökningarna som har skett på flera stationer och vid flera tillfällen under samma år har gjort det möjligt att beskriva trender i utvecklingen hos *M. relicta s.l.* över en lång tidsperiod (Thrane et al. 2022) (figur 18).

I Vänern (liksom i Vättern) förekommer två arter av *Mysis*, nämligen *M. relicta s.str.* och *M. salemaai*, som är mycket svåra att skilja åt genom morfologiska studier. Dessutom förekommer i Vänern två olika livscyklar med sommar- respektive vinterfortplantning. Ett litet första steg för att försöka klargöra reproduktionscyklarna hos *Mysis* i Vänern gjordes på insamlat material 2018 genom sekvensering av en mitokondriell gen med resultat som redovisats i kapitel 3.4. För att få större klarhet i reproduktionscykeln hos de två arterna är det önskvärt att en utförligare undersökning görs.

Upptäckten av den invasiva mysisarten *Hemimysis anomala* i Mälarfjärden Görvåln gör att artens utveckling i Mälaren bör följas. Inledande undersökningar bör bl a omfatta förekomst av arten vid grunda steniga bottenar i östra Mälaren.



Figur 18. Medelvärden av individtäthet och biomassa hos *M. relicta* vid Skreia (djupaste delen av Mjösa) under perioden 1976 - 2021. Figurerna är hämtade från Thrane et al. (2022).

De glacialrelikta kräftdjursarter som har den största individtätheten i Vänern, Vättern och Mälaren, är den bottenlevande *M. affinis* (se t ex Johnson & Wiederholm 1992, Sonesten 2020) och makrozooplanktonet *L. macrurus*. Av dessa två arter kan *L. macrurus* med fördel undersökas genom håvning i mörker under kvällstid (se Kinsten & Degerman 2012, Ragnarsson Stabo et al. 2012) på det sätt som gjorts i denna undersökning. Det bör dock påpekas att *L. macrurus* är betydligt mindre än de övriga glacialrelikta kräftdjursarterna och förekommer endast i sjöarnas pelagial samt räknas till djurplankton. Arten ingår därför i undersökningarna av zooplankton inom den nationella miljöövervakningen. Dessa undersökningar omfattar djup ner till 40 meter. Det ska jämföras med utförandet i den föreliggande undersökningen där håvningar av *L. macrurus* skett ner till strax ovan det största djupet på provtagningsplatsen och bör därför ses som ett komplement till djurplanktonundersökningarna inom den nationella miljöövervakningen. Tätheten av *M. affinis* bör dock undersökas med hjälp av bottenhuggare

(Kinsten & Degerman 2012), vilket också årligen sker inom ramen för den nationella miljöövervakningen.

Vad gäller de glacialrelikta kräftdjursarterna *G. lacustris* och *S. entomon* som vanligen förekommer i låga tätheter (se t.ex. Kinsten 2012b) kan speciella insatser behövas för att skatta tätheten av dessa arter.

Då Mälaren är en komplex sjö med många fjärdar kan det vara av värde att vid något tillfälle undersöka fler fjärdar på samma sätt som gjorts i de tre hittills undersökta fjärdarna.

Dessutom har nu en ny invasiv art, *Hemimysis anomala*, konstaterats i mälarfjärden Görvåln, den östligaste av provpunkterna i Mälaren. Erfarenheter från de stora sjöarna i USA har visat att arten med lätthet kan sprida sig i sötvatten och förekommer nu i alla de stora sjöarna utom Lake Superior. Fyndet bör redan nu följas upp med undersökningar i framförallt strandnära områden i den östliga delen av Mälaren. Metodiken för att fånga *Hemimysis anomala* kan dock skilja sig från metodiken i den föreliggande undersökningen p g a artens ofta strandnära förekomst (Pothoven et al. 2007).

5 Tack!

Friederike Ermold och Måns Lindell (Länsstyrelsen i Jönköpings län), Ingrid Hägermark (Länsstyrelsen i Västmanlands län), samt Sara Peilot (Länsstyrelsen i Västra Götalands län) som initierat projektet. Erik Degerman för hans stöd när det gäller de statistiska beräkningarna.

Havs- och Vattenmyndigheten, Mälarens vattenvårdsförbund, Vänerns vattenvårdsförbund och Vätternvårdsförbundet som bekostat undersökningen.

6 Källförteckning

- Axenrot, T. & B. Rogell. 2020. Rapport – det pelagiska fiskesamhället i Mälaren 2008 – 2020. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten, Dnr: SLU.aqua.2020.5.5-223.
- Audzijonytė, A. & R. Väinölä. 2005. Diversity and distribution of circumpolar fresh- and brackish-water *Mysis* (Crustacea: Mysida): descriptions of *M. relicta* Lovén, 1862, *M. salemaai* n. sp., *M. seigerstralei* n. sp. and *M. diluviana* n. sp., based on molecular and morphological characters. *Hydrobiologia* (2005) 544:89–141.
- Bagge, P., H.-M. Liimatainen & P. Liljaniemi. 1996. Comparison of sampling methods for semipelagical animals in two deep basins of Lake Saimaa. *Hydrobiologia* 322:293–300.
- Boscarino, B.T., L.G. Rudstam, S. Mata, G. Gal, O. E. Johannsson & E. L. Mills. 2007. The effects of temperature and predator–prey interactions on the migration behavior and vertical distribution of *Mysis relicta*. *Limnol. Oceanogr.*, 52(4): 1599–1613.
- Chipps, S.R. 1998. Temperature dependant and gut-residence time in the opossum shrimp *Mysis relicta*. *J.Plankton.Res.* Vol.20. 12:2401–2411.
- Chipps, S.R. & D.H. Bennett. 1996. Comparison of net mesh sizes for estimating abundance of the opossum shrimp *Mysis relicta* from vertical hauls. *North American Journal of Fisheries Management*, 16:689–692.
- Dadswell, M.J. 1974. Distribution, ecology and postglacial dispersal of certain crustaceans and fishes in Eastern North America. *Natl. Mus. Canada. Publ. Zool.* 11. 110 p.

- Fürst, M. 1965. Experiments on the transplantation of *Mysis relicta* Lovén into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 46:79–89.
- Fürst, M. 1972a. Livscyklar, tillväxt och reproduktion hos *Mysis relicta* Lovén. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 41p.
- Fürst, M. 1972b. On the biology of the Opossum shrimp *Mysis relicta* Lovén and its introduction in impounded lakes in Scandinavia. Abstracts of Uppsala dissertations from Faculty of Science, No. 207. Univ of Uppsala, Uppsala, Sweden. 7 pp
- Fürst, M. 1981. Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:33–47.
- Fürst, M., J. Hammar, C. Hill, U. Boström & B. Kinsten. 1984. Effekter av introduktion av *M. relicta* i reglerade sjöar i Sverige. (English summary: Effects of the introduction of *M. relicta* into impounded lakes in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 84p.
- Gallagher, K., Reid, N., Maguire, C.M., Harrod, C., Caffrey, J. & Dick, J.T.A. 2010. Potential impact of a new freshwater invader: the bloody-red shrimp (*Hemimysis anomala*). Report prepared by the Natural Heritage Research Partnership, Quercus, Queen's University Belfast for the Northern Ireland Environment Agency and Inland Fisheries Ireland. Northern Ireland Environment Agency Research and Development Series No. 12/08. Belfast
- Hakkala, I. 1978. Distribution, population dynamics and production of *Mysis relicta* (Lovén) in southern Finland. Ann. Zool. Fennici 15:243–258.
- Hammar, J., T. Axenrot, E. Degerman, A. Asp, E. Bergstrand, O. Enderlein, O. Filipsson, E. Kylberg. 2018. Smelt (*Osmerus eperlanus*): Glacial relict, planktivore, predator, competitor, and key prey for the endangered Arctic char in Lake Vättern, southern Sweden. Journal of Great Lakes Research 44: 126-139.
- Havs- och Vattenmyndigheten. 2016. Undersökningstyp: Glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag. Programområde: Sötvatten. Version 1:2, 2016-11-01.
- Horppila, J., A. Liljendahl-Nurminen, T. Malinen, M. Salonen, A. Tuomaala, L. Uusitalo & M. Vinni. 2003. *Mysis relicta* in a eutrophic lake: Consequences of obligatory habitat shifts. Limnology and Oceanography, 48(3):1214–1222.
- Ives, J.T., J. Marty, Y. de Lafontaine, T.B. Johnson, M.A. Koops & M. Power. 2013. Spatial variability in trophic offset and food sources of *Hemimysis anomala* in lentic and lotic ecosystems within the Great Lakes basin. J.Plankton.Res. 35(4): 772-784.
- Johnson, R.K. & T. Wiederholm. 1992. Pelagic-benthic coupling – The importance of diatom interannual variability for population oscillations of *Monoporeia affinis*. Limnol.Oceanogr. 37(8), 1596–1607.
- Ketelars, H.M., F.E. Lambregts-van de Clundert, C.J. Carpentier, A.J. Wagenvoort & W. Hoogenboezem. 1999. Ecological effects of the mass occurrence of the Ponto-Caspian invader, *Hemimysis anomala* G.O Sars, 1907 (Crustacea: Mysidacea), in a freshwater storage reservoir in the Netherlands, with notes on its autecology and new records. Hydrobiologia 394: 233-248.
- Kinsten, B. 2012a. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndigheten. Publ. (1). 284 p.
- Kinsten, B. 2012b. Glacialrelikta kräftdjur i Vänern och Vättern 2011. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport nr 115 från Vätternvårdsförbundet och rapport nr 70 från Vänerns vattenvårdsförbund.

- Kinsten, B. 2016. Glacialrelikta kräftdjur i fjärdarna Blacken, Norra Björkfjärden och Görvälén i Mälaren 2015 – resultat av håvning och trålning. Mälarens vattenvårdsförbund 2016.
- Kinsten, B. 2019. Glacialrelikta kräftdjur i Mälaren, Vänern och Vättern 2018 – Resultat av håvning. Vänerns vattenvårdsförbund 2019, rapport nr 109. Vätternvårdsförbundet 2019, rapport nr 1.
- Kinsten, B. 2020. Glacialrelikta kräftdjur i Mälaren, Vänern och Vättern 2019 – Resultat av håvning. Vänerns vattenvårdsförbund 2020, rapport nr 115. Vätternvårdsförbundet 2020, rapport nr 138.
- Kinsten, B. 2022. Glacialrelikta kräftdjur i Mälaren, Vänern och Vättern 2021 – Resultat av håvning. Vänerns vattenvårdsförbund 2022, rapport nr 132.
- Kinsten, B. & E. Degerman. 2012. Skattning av glacialrelikta kräftdjurs täthet. En jämförelse av tre metoder samt täthet i Vänern och Vättern. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport nr 115 från Vätternvårdsförbundet och rapport nr 70 från Vänerns vattenvårdsförbund.
- Koksvik, J.I., H. Reinertsen & J. Koksvik. 2009. Plankton development in Lake Jonsvatn, Norway, after introduction of *Mysis relicta*: a long-term study. *Aquat.Biol.* 5:293-304.
- Langeland, A. 1988. Decreased zooplankton density in a mountain lake resulting from predation by recently introduced *Mysis relicta*. *Verh.Internat.Verein.Limnol.* 23:419–429.
- Lehman, J. T., J. A. Bowers, R. W. Gensemer, G. J. Warren and D. K. Branstrator. 1990. *Mysis relicta* in Lake Michigan: abundances and relationships with their potential prey, *Daphnia*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:977-983.
- Leonardsson, K.E. & E. Sparrevik. 1995. Metoder för insamling och övervakning av glaciala kräftdjur. I: Vätternvårdsförbundet, Rapport 36:157-171.
- Nero, R.W. & I.J. Davies. 1982. Comparison of two sampling methods for estimating the abundance and distribution of *Mysis relicta*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39:349–355.
- Nilsson, C., K. Johansson, A. Boström & M. Ljungman. 2015. Bottenfauna vid Vänerns stränder 2014. En undersökning av sju strandlokaler. Medins Havs- och Vattenkonsulter AB på uppdrag av Vänerns vattenvårdsförbund.
- Olsén, P. 1980. Population development of introduced *Mysis relicta* and impact on char and brown trout. Ph. D. Thesis, Univ. Uppsala. 82 p.
- Pothoven, S.A., G.L. Fahnenstiel, H.A. Vanderploeg & M. Luttenton. 2000. Population Dynamics of *Mysis relicta* in Southeastern Lake Michigan, 1995–1998. *Journal of Great Lakes Research*, 26(4):357–365.
- Pothoven, S.A., I.A. Grigorovich, G.L. Fahnenstiel & M.D. Balcer. 2007. Introduction of the Ponto-Caspian Bloody-red Mysid *Hemimysis anomala* into the Lake Michigan Basin. *Journal of Great Lakes Research*. 33:285-292.
- Ragnarsson Stabo, H., T. Axenrot, A. Sandström & T. Vrede. 2012. Kvantifiering av stora djurplankton i de stora sjöarna. Havs- och vattenmyndigheten. Rapport nr 115 från Vätternvårdsförbundet och rapport nr 70 från Vänerns vattenvårdsförbund.
- Salemaa, H., K. Tyystjärvi-Muuronen & E. Aro. 1986. Life histories, distribution and abundance of *Mysis mixta* and *Mysis relicta* in the northern Baltic Sea. *Ophelia, Suppl.* 4:239–247.

- Sandeman, I.M. & D.C.Lasenby. 1980. The relationship between ambient oxygen concentration, temperature, body weight and oxygen consumption for *Mysis relicta* (Malacostraca: Mysidacea). Canadian Journal of Zoology 58: 1032-1036.
- Sherman, R.K., D.C Lasenby & L. Hollet. 1987. Influence of oxygen concentration on the distribution of *Mysis relicta* Loven in a eutrophic temperate lake. Canadian Journal of Zoology 65: 2646-2650.
- Sonesten, L. 2020. Bottendjur i StorVänern 2019. Årsredovisning av bottendjur i Storvänern 2019, inom den nationella miljöövervakningen i Vänern. Institutionen för vatten och miljö, SLU. Vänerns vattenvårdsförbund.
- Sun J., L.G. Rudstam, B.T. Boscarino, M.G. Walsh, B.F. Lantry. 2013. Laboratory-derived temperature preference and effect on the feeding rate and survival of juvenile *Hemimysis anomala*. Journal of Great Lakes Research. 39 (4):630-636.
- Svärdson, G., O. Filipsson, M.Fürst, M.Hansson & N.-A. Nilsson. 1988. Glacialrelikernas betydelse för Vätterns fiskar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 61p.
- Thrane, J.E., A. Ökelsrud, B. Skjelbred, J. Håll och M. Röst Kile. 2022. Tiltaksorientert övervakning i vannområde Mjøsa. Hovedrapport for 2021. NIVA-rapport 774322-2022. 177 s.
https://www.vassdragsforbundet.no/wp-content/uploads/2022/05/Hovedrapport_2021.pdf
- Walsh, M.G., B.T. Boscarino, J. Marty, O.E. Johannsson. 2012. *Mysis diluviana* and *Hemimysis anomala*. Reviewing the roles of a native and invasive mysid in the Laurentian Great Lakes region. Journal of Great Lakes Research. 38(2):1-6.

Bilaga 1. Allmänna sjödata för Mälaren, Vänern och Vättern

Angivna koordinater (RT 90) markerar utloppet enligt Svenskt Vattenarkiv (SMHI).

Enheter som använts i tabellen: Sjöarea (km²), Maxdjup (meter), Höh (meter över havet), HK (meter över havet).

	Utlopps- koord	Utlopps- koord		Avrinn.- område	Sjö- area	Max- djup	Medel- djup	Beräknad omsättn.tid	Höh	HK
Sjö	NS	EW	Avrinn.- omr.	(km ²)	(km ²)	(m)	(m)	(år)	(m ö h)	(möh)
Mälaren	658086	162894	Norrström	23 720	1 120	76	13	03-feb	0,7	
Vänern	647666	129906	Göta älv	52 530	5 650	106	27	09-aug	44	135
Vättern	649029	145550	Motala ström	6 310	1 910	128	40	59 - 60	89	150

Bilaga 2. Solens nedgång vid undersökningområdena 17 augusti– 7 september 2022

Tidsangivelser för solens nedgång för några datum under provtagningsperioden 2022 för en tätort nära respektive undersökningsområde. Tabellen går även att använda för andra undersökningsår än 2022. Tidpunkterna för solnedgången vid samma datum men andra undersökningsår skiljer sig från de angivna tidpunkterna med endast någon minut.

Uppgifterna nedan är hämtade från <https://www.sunrise-and-sunset.com/sv/sun/sverige>

	Undersökn.-	Närbelägen	17/8	21/8	25/8	30/8	3/9	7/9		Spännvidd
Sjö	område	ort	kl.	kl.	kl.	kl.	kl.	kl.		i minuter
Vänern	Lurö	Lidköping	20.47	20.36	20.25	20.12	20.00	19.49		58
Vättern	Hästholmen	Vadstena	20.40	20.29	20.18	20.04	19.53	19.42		58
Mälaren	Blacken	Västerås	20.38	20.27	20.15	20.01	19.49	19.37		61
"	Görvåln	Jakobsberg	20.32	20.21	20.10	19.55	19.44	19.32		60
"	N Björkfjärden	Ekerö	20.32	20.21	20.09	19.52	19.43	19.32		60

Bilaga3. Resultat av håvning med stor håv vid Lurö i Vänern den 23/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.

- "Provpkt Koord" anger koordinaterna (RT 90) för provpunkten.
- "Djup" anger det största djupet på provtagningsplatsen i meter.
- M.rel. = *Mysis relicta* s.l., P.quad.= *Pallaseopsis quadrispinosa*, M.aff. = *Monoporeia affinis*, G.lac. = *Gammaracanthus lacustris*, L.macr. = *Limnocalanus macrurus*.
- Under rubrikerna M.rel., P.quad., M. aff., G. lac., L.macr. anges antalet individer/m².

Sjö	Undersökn- område	Provpkt Koord NS	Provpkt Koord EW	Provt.- djup	kl.	M.rel. juv. + honor utan embryo	M.rel. m mogna embryon	M.rel Hanar	M.rel. S:a	P.quad.	M.aff.	G.lac.	L.macr.
			Solnedgång vid Lidköping kl. 20.31										
VÄNERN	Lurö	651973	135475	70	21.10	146,9	1,8	0,0	148,6	3,5	0,0	0,0	7 325
"	"	"	"	"	21.25	118,5	1,8	0,0	120,3	5,3	0,0	0,0	5 839
"	"	"	"	"	21.40	116,8	1,8	0,0	118,5	5,3	0,0	0,0	7 059
"	"	"	"	"	22.05	113,2	5,3	0,0	118,5	1,8	0,0	0,0	7 272
"	"	"	"	"	22.20	104,4	3,5	0,0	107,9	8,8	0,0	0,0	7 006
"	"	"	"	"	22.45	130,9	5,3	0,0	136,2	5,3	0,0	0,0	7 484
"	"	"	"	"	23.05	120,3	3,5	0,0	123,8	5,3	0,0	0,0	5 892
"	"	"	"	"	23.20	109,7	0,0	0,0	109,7	5,3	0,0	0,0	7 219
"	"	"	"	"	23.40	109,7	0,0	0,0	109,7	1,8	0,0	1,8	8 546
"	"	"	"	"	23.55	111,5	3,5	0,0	115,0	3,5	0,0	0,0	8 493
					Medelvärde:	118,2	2,7	0,0	120,8	4,6	0,0	0,18	7213
					Standardavvikelse:	12,4	1,9	0,0	12,8	2,1	0,0	0,56	895
					Antal:	10	10	10	10	10	10	10	10
					95%-konfidensintervall (+-):				9,17	1,49	0	0,40	640

Bilaga 4. Resultat av håvning med stor håv vid Hästholmen i Vättern den 22/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.

- "Provpkt Koord" anger koordinaterna (RT 90) för provpunkten.
- "Djup" anger det största djupet på provtagningsplatsen i meter.
- M.rel. = *Mysis relicta* s.l., P.quad. = *Pallaseopsis quadrispinosa*, M.aff. = *Monoporeia affinis*, G.lac. = *Gammaracanthus lacustris*, L.mac. = *Limnocalanus macrurus*.
- Under rubrikerna M.rel., P.quad., M. aff., G. lac., L.mac. anges antalet individer/m².

Sjö	Undersökn- område	Provpkt Koord NS	Provpkt Koord EW	Provt.- djup	kl.	M.rel juv. + honor utan embryo	M.rel. m Mogna embryon	M.rel. Hanar	M.rel. S:a	P.quad.	M.aff.	G.lac.	L.mac.
			Solnedgång vid Vadstena kl. 20.27										
VÄTTERN	Hästholmen	646323	142880	100	21.30	42,9	0	0	42,9	0,0	0	0	6 741
"	"	"	"	"	21.50	26,8	0	0	26,8	0,0	0	0	4 883
"	"	"	"	"	22.13	32,1	0	0	32,1	0,0	0	0	5 308
"	"	"	"	"	22.34	21,4	0	0	21,4	0,0	0	0	5 945
"	"	"	"	"	23.00	26,8	0	0	26,8	0,0	0	0	5 839
"	"	"	"	"	23.19	37,5	0	0	37,5	0,0	0	0	6 794
"	"	"	"	"	23.42	26,8	0	0	26,8	0,0	0	0	8 811
"	"	"	"	"	00.04	25,0	0	0	25,0	0,0	0	0	7 219
"	"	"	"	"	00.24	17,9	0	0	17,9	0,0	0	0	6 953
"	"	"	"	"	00.47	23,2	0	0	23,2	0,0	0	0	5 042
					Medelvärde:				28,0	0,0	0	0	6354
					Standardavvikelse:				7,5	0,0	0	0	1197
					Antal:				10	10	10	10	10
					95%-konfidensintervall (+-):				5,39	0,00	0	0	856

Bilaga 5. Resultat av håvning med stor håv i Blacken i Mälaren den 31/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.

- "Provpkt Koord" anger koordinaterna (RT 90) för provpunkten.
- "Djup" anger det största djupet på provtagningsplatsen i meter.
- M.rel. = *Mysis relicta* s.l., P.quad.= *Pallaseopsis quadrispinosa*, M.aff. = *Monoporeia affinis*, L.macr. = *Limnocalanus macrurus*.
- Under rubrikerna M.rel., P.quad., M. aff., L.macr. anges antalet individer/m².

Sjö	Undersökn.- område	Provpkt Koord NS	Provpkt Koord EW	Provt.- djup	Kl.	M.rel. juv. + honor utan embryo	M.rel. med embryo	M.rel. hanar	M.rel. S:a	P.quad.	M.aff.	L.macr.
		Solnedgång vid Västerås kl. 19.58.										
Mälaren	Blacken	65 97 95	15 42 55	26	20.55	105,4	0	0	105,4	5,4	1,8	0
"	Blacken	"	"	"	21.10	141,1	0	0	141,1	0,0	0,0	53
"	Blacken	"	"	"	21.25	146,4	0	0	146,4	3,6	0,0	0
"	Blacken	"	"	"	21.35	153,6	0	0	153,6	0,0	0,0	0
"	Blacken	"	"	"	21.50	117,9	0	0	117,9	5,4	0,0	0
"	Blacken	"	"	"	22.10	330,4	0	0	330,4	7,1	0,0	0
"	Blacken	"	"	"	22.20	125,0	0	0	125,0	5,4	0,0	0
"	Blacken	"	"	"	22.35	100,0	0	0	100,0	0,0	1,8	53
"	Blacken	"	"	"	22.45	116,1	0	0	116,1	0,0	1,8	0
"	Blacken	"	"	"	22.55	133,9	0	0	133,9	1,8	0,0	0
					Medelvärde:				147,0	2,9	0,0	10,6
					Standardavvikelse:				66,8	2,8	0,0	22,4
					Antal:				10	10	10	10
					95%-konfidensintervall (+-):				48,5	2,0	0,6	16,0

Bilaga 6. Resultat av håvning med stor håv i Görväln i Mälaren den 26/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.

- "Provpkt Koord" anger koordinaterna (RT 90) för provpunkten.
- "Djup" anger det största djupet på provtagningsplatsen i meter.
- M.rel. = *Mysis relicta* s.l., P.quad.= *Pallaseopsis quadrispinosa*, M.aff. = *Monoporeia affinis*, L.macr. = *Limnocalanus macrurus*.
- Under rubrikerna M.rel., P.quad., M. aff., L.macr. anges antalet individer/m².

Sjö	Undersökn.- område	Provpkt Koord NS	Provpkt Koord EW	Provt.- djup	Kl.	M.rel. Juv. + Honor utan embryo	M.rel. med embryo	M.rel. hanar	M.rel. S:a	P.quad.	M.aff.	L.macr.
		Solnedgång vid Jakobsberg kl. 20.07.										
Mälaren	Görväln	65 88 30	16 10 89	56	20.55	41,1	0	0	41,1	0	0,0	92 994
"	"	"	"	"	21.20	48,2	0	0	48,2	0	0,0	133 050
"	"	"	"	"	21.35	48,2	0	0	48,2	0	0,0	119 745
"	"	"	"	"	21.55	33,9	0	0	33,9	0	0,0	112 385
"	"	"	"	"	22.10	48,2	0	0	48,2	0	0,0	155 131
"	"	"	"	"	22.30	60,7	0	0	60,7	0	0,0	133 475
"	"	"	"	"	22.50	50,0	0	0	50,0	0	0,0	146 638
"	"	"	"	"	23.05	53,6	0	0	53,6	0	1,8	126 681
"	"	"	"	"	23.20	55,4	0	0	55,4	0,0	3,6	136 730
"	"	"	"	"	23.35	53,6	0	0	53,6	0	0,0	126 115
					Medelvärde:	49,3			49,3	0,0	0,5	128 294
					Standardavvikelse:	7,5			7,5	0,0	1,2	17 502
					Antal:	10			10	10	10	10
					95%-konfidensintervall (+-):				5,4	0,0	0,9	12 520

Bilaga 7. Resultat av håvning med stor håv i Norra Björkfjärden i Mälaren den 25/8 2022 inkl. provplatsernas koordinater, provtagningsdjup och individtäthet av glacialrelikta kräftdjur.

- "ProvpktKoord" anger koordinaterna (RT 90) för provpunkten.
- "Djup" anger det största djupet på provtagningsplatsen i meter.
- M.rel. = *Mysis relicta* s.l., P.quad. = *Pallaseopsis quadrispinosa*, M.aff. = *Monoporeia affinis*, L.macr. = *Limnocalanus macrurus*.
- Under rubrikerna M.rel., P.quad., M. aff., L.macr. anges antalet individer/m².

Sjö	Undersökn.- område	Provpkt Koord NS	Provpkt Koord EW	Provt.- djup	Kl.	M.rel. juv. + honor utan embryo	M.rel. med embryo	M.rel. hanar	M.rel. S:a	P.quad.	M.aff.	L.macr.
		Solnedgång vid Ekerö kl. 20.09										
Mälaren	N Björkfjärden	56 88 54	15 92 22	60	21.38	57,1	0	0	57,1	0,0	3,6	164 331
"	"	"	"	"	21.53	50,0	0	0	50,0	0,0	1,8	136 164
"	"	"	"	"	22.08	64,3	0	0	64,3	0,0	7,1	132 201
"	"	"	"	"	22.24	55,4	0	0	55,4	0,0	5,4	121 868
"	"	"	"	"	22.37	66,1	0	0	66,1	0,0	5,4	130 927
"	"	"	"	"	22.52	41,1	0	0	41,1	0,0	1,8	149 894
"	"	"	"	"	23.06	64,3	0	0	64,3	0,0	1,8	135 456
"	"	"	"	"	23.21	50,0	0	0	50,0	0,0	1,8	136 447
"	"	"	"	"	23.36	51,8	0	0	51,8	0,0	3,6	148 337
"	"	"	"	"	23.50	41,1	0	0	41,1	0,0	3,6	137 863
					Medelvärde:	54,1			54,1	0,0	3,6	139349
					Standardavvikelse:	9,1			9,1	0,0	1,9	11924
					Antal:	10			10	10	10	10
					95%-konfidsintervall (+-):				6,5	0,0	1,3	8530

Bilaga 8. Medeltätheter med standardavvikelse och 95%-konfidensintervall av glacialrelikta kräftdjur (ind./m²) i Vänern, Vättern 2011, 2013 – 2022 och i Mälaren 2015 – 2022

Sjö/Provplats				År/Datum								
VÄNERN, Lurö		2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		23/8	3/9	28/8	22/8	25/8	21/8	20/8	25/8	27/8	22/8	23/8
<i>G. lacustris</i>	Medelvärde	0	0	0,22	0	0	0	0,35	0,35	0	0	0,18
	Standardavvikelse			0,61				0,75	0,75			0,56
	Antal prov/provtillfälle	3	13	16	13	13	10	10	10	10	11	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)			0,33				0,53	0,53			0,40
<i>L. macrurus</i>	Medelvärde	7 174	18 572	15 759	6 459	10 833	28 291	12 925	5807	7696	15856	7213
	Standardavvikelse	1 176	1 450	2 155	1 133	2 341	3 651	1 971	1135	1554	2045	895
	Antal prov/provtillfälle	3	12	16	13	13	10	10	10	10	11	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	2 922	921	1 148	684	1 414	2 612	1 410	812	1111	1374	640
<i>M. affinis</i>	Medelvärde	0	0	0,22	0	0	0	0,35	0,18	0	0	0
	Standardavvikelse			0,61				0,75	0,56			0
	Antal prov/provtillfälle	3	13	16	13	13	10	10	10	10	11	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)			0,33				0,53	0,40			0
<i>M. relicta s.l.</i>	Medelvärde	58,33	62,77	60,27	30,63	102,61	154,29	46,53	39,80	44,59	26,22	120,84
	Standardavvikelse	8,99	13,32	14,69	7,43	17,82	20,73	8,83	10,40	8,74	6,32	12,81
	Antal prov(provtillfälle)	3	13	16	13	13	10	10	10	10	11	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	22,3	8,0	7,8	4,5	10,8	14,8	6,3	7,41	6,25	4,25	9,17
<i>P. quadrispinosa</i>	Medelvärde	1,79	0,14	0,56	0,96	6,05	3,93	1,59	1,59	0,35	7,72	4,60
	Standardavvikelse	1,79	0,50	1,08	1,18	4,47	2,64	1,76	1,9	0,75	2,41	2,08
	Antal prov/provtillfälle	3	13	16	13	13	10	10	10	10	11	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	4,44	0,30	0,57	0,71	2,70	1,89	1,26	1,39	0,53	1,62	1,49

Forts. Bilaga 8.

VÄTTERN, Hästholmen		2011	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		25/8	4/9	29/8	23/8	3/9	23/8	23/8	21/8	24/8	19/8	21/8	22/8
<i>L. macrurus</i>	Medelvärde	45 654	31 383	2 251	11 618	2 048	36 447	4 821	5 485	2394	6008	9347	6354
	Standardavvikelse	14 387	6 426	694	2 977	783	11 629	1 550	866	714	1071	1850	1197
	Antal prov/provtillfälle	3	10	13	9	8	10	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+/-)	35 740	4 597	419	2 289	654	8 319	1 109	620	511	766	1323	856
<i>M. relicta s.l.</i>	Medelvärde	57,14	24,11	29,81	10,54	7,59	30,00	17,68	26,54	27,14	29,46	9,29	28,04
	Standardavvikelse	15,87	13,40	12,66	10,70	2,66	8,24	6,96	8,09	5,94	9,00	4,11	7,53
	Antal prov/provtillfälle	3	12	13	10	8	10	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+/-)	39,43	8,51	7,65	7,65	2,22	5,89	4,98	5,78	4,25	6,44	2,94	5,39
<i>P. quadrispinosa</i>	Medelvärde	1,19	0,15	3,71	0,36	0,00	1,43	1,25	1,96	0,89	0,18	2,68	0,00
	Standardavvikelse	1,03	0,52	2,87	0,75	0,00	1,41	1,47	1,78	1,52	0,56	3,06	0,00
	Antal prov/provtillfälle	3	12	13	10	8	10	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+/-)	2,56	0,33	1,73	0,54	0,00	1,01	1,05	1,27	1,09	0,40	2,19	0,00

Forts. Bilaga 8.

MÄLAREN, Blacken		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		4/9	4/9	5/9	29/8	9/9	28/8	30/8	31/8
<i>M. affinis</i>	Medelvärde	1,61	0	1,19	6,07	0	1,37	0	0,00
	Standardavvikelse	1,97		1,76	2,94		1,66		0,00
	Antal prov/provtillfälle	10	10	12	10	13	13	12	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	1,41		1,12	2,10		1,00		0,62
<i>M. relicta s.l.</i>	Medelvärde	77,32	26,07	15,48	41,79	4,95	68,96	51,49	146,96
	Standardavvikelse	25,39	9,11	9,70	7,63	4,13	30,37	14,20	66,75
	Antal prov/provtillfälle	10	10	12	10	13	13	12	10,00
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	18,2	6,5	6,2	5,5	2,50	18,35	9,02	47,75
<i>P. quadrispinosa</i>	Medelvärde	2,68	0,18	2,68	1,61	0	2,61	2,83	2,86
	Standardavvikelse	1,93	0,56	2,69	1,78		2,69	2,69	2,82
	Antal prov/provtillfälle	10	10	12	10	13	13	12	10,00
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	1,38	0,40	1,71	1,27		1,63	1,71	2,02

Forts. Bilaga 8.

MÄLAREN, Görvåln		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		31/8	30/8	25/8	30/8	27/8	20/8	31/8	26/8
<i>L. macrurus</i>	Medelvärde	92 194	78 503	128 114	247 788	191614	180382	110927	128294
	Standardavvikelse	17 377	13 201	22 623	45 672	23034	21788	10452	17502
	Antal prov/provtillfälle	9	10	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	13 357	9 443	16 183	32 672	16477	15586	7477	12520
<i>M. affinis</i>	Medelvärde	4,64	0	0	0	0,36	0,36	0	0,54
	Standardavvikelse	6,80				1,13	0,75		1,21
	Antal prov/provtillfälle	10	10	10	11	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	4,86				0,81	0,54		0,86
<i>M. relicta s.l.</i>	Medelvärde	26,61	30,00	14,82	51,30	62,50	56,43	29,64	49,29
	Standardavvikelse	4,57	10,90	5,46	13,08	16,77	7,77	6,02	7,54
	Antal prov/provtillfälle	10	10	10	11	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	3,3	7,8	3,9	8,8	12,00	5,56	4,31	5,39
<i>P. quadrispinosa</i>	Medelvärde	0	1,07	0,18	0,16	0,36	0,00	0,18	0,00
	Standardavvikelse		1,25	0,56	0,54	1,13		0,56	0,00
	Antal prov/provtillfälle	10	10	10	11	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)		0,89	0,40	0,36	0,81		0,40	0,00

Forts. Bilaga 8.

MÄLAREN, N. Björkfjärden		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		30/8	31/8	24/8	28/8	26/8	26/8	23/8	25/8
<i>L. macrurus</i>	Medelvärde	35 108	83 658	190 181	84 034	138252	33694	86992	139349
	Standardavvikelse	5 908	14 141	27 653	5 412	12663	5216	10543	11924
	Antal prov/provtillfälle	10	12	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	4 226	8 985	19 782	3 871	9059	3732	7542	8530
<i>M. affinis</i>	Medelvärde	3,57	0,15	0,18	0,36	0,71	3,39	0,00	3,57
	Standardavvikelse	2,77	0,52	0,56	0,75	1,25	3,52		1,88
	Antal prov/provtillfälle	11	12	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	1,86	0,33	0,40	0,54	0,89	2,52		1,35
<i>M. relicta s.l.</i>	Medelvärde	96,27	40,18	64,46	171,43	67,32	76,61	44,29	54,11
	Standardavvikelse	17,9	8,9	10,4	19,9	10,72	10,0	8,62	9,07
	Antal prov/provtillfälle	11	12	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	12,04	5,63	7,41	14,21	7,67	7,14	6,16	6,49
<i>P. quadrispinosa</i>	Medelvärde	0,00	0,30	0,18	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
	Standardavvikelse	0,00	0,70	0,57	0,86				
	Antal prov/provtillfälle	11	12	10	10	10	10	10	10
	95%-Konfidensintervallnivå (+-)	0,00	0,44	0,41	0,62				0,00

Bilaga 9. Resultat av längdmätning av *M. relicta s.l.* vid Lurö i Vänern den 23/8 2022.

I tabellen anges antal räknade individer av *M. relicta s.l.* sorterade efter kroppsstorlek (X-axel). Tidpunkten (kl.) för insamlingen av respektive prov anges i Y-led. Kroppsstorleken är angiven i mm och är mätt från rostrums spets till yttersta delen av telson.

kl. \ mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	S:a
21.10		4	27	20	10	6	3	0	0	3	2	3	1	2	1	1	1												84
21.25		7	19	15	6	4	4	1	1	2	2	3	1	1			1		1										68
21.40		6	28	7	7	6	2	1	0	1	5	1	0	0	1	1						1							67
22.05		1	10	16	16	2	2	2	1	4	2	1	4	1	0	1		4											67
22.20		1	10	14	7	4	2	4	1	2	2	2	1	1	0	1		2	1			1							56
22.45	1	11	15	12	9	7	0	1	2	1	0	2	2	6	1		1	4	1	1									77
23.05		7	14	13	8	6	1	1	1	1	2	2	3	3	0	1	4	1	2										70
23.20		2	22	15	6	3	1	1	0	1	3	3	1	1	0	1	1	0	1										62
23.40		6	19	10	8	4	4	2	1	2	2	0	2	0	0	0	1	0	1										62
23.55		6	23	9	6	5	1	1	0	1	2	0	0	3	1	1	0	2	1			1							63
SUMMA:	1	51	187	131	83	47	20	14	7	18	22	17	15	18	4	7	9	13	8	1	0	3	0	0	0	0	0	0	676
Varav:																													
Honor med embryon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Hanar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Honor utan embryon + juv.	1	51	187	131	83	47	20	14	7	18	22	17	15	18	4	4	5	6	7	1	0	3	0	0	0	0	0	0	661

Bilaga 10. Resultat av längdmätning av *M. relicta s.l.* vid Hästholmen i Vättern den 22/8 2022.

I tabellen anges antal räknade individer av *M. relicta s.l.* sorterade efter kroppsstorlek (X-axel). Tidpunkten (kl.) för insamlingen av respektive prov anges i Y-led. Kroppsstorleken är angiven i mm och är mätt från rostrums spets till yttersta delen av telson.

Honor med embryon och hanar har inte påträffats i undersökningarna i Vättern 2011 - 2022.

kl. \ mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	S:a	
21.30								2	3	7	2	4	3	1	1					1							24
21.50									2	1	3	4	4										1				15
22.13								2	2	4	3	3	2								1	1					18
22.34									2	4	1	2	3														12
23.00									3	5	5	2															15
23.19								2	2	4	3	4	3	1	1	1											21
23.42								1	3	3	4	3										1					15
00.04							1	2	3	3	3					1						1					14
00.24									4	1	4	1															10
00.47								2	1	3	3	3	1														13
SUMMA:	0	0	0	0	0	0	1	11	25	35	31	26	16	2	2	2	0	0	0	1	1	3	1	0	0		157

Bilaga 11. Resultat av längdmätning av *M. relicta s.l.* i Blacken i Mälaren den 31/8 2022.

I tabellen anges antal räknade individer av *M. relicta s.l.* sorterade efter kroppsstorlek (X-axel). Tidpunkten (kl.) för insamlingen av respektive prov anges i Y-led. Kroppsstorleken är angiven i mm och är mätt från rostrums spets till yttersta delen av telson.

Honor med embryon och hanar har inte påträffats vid undersökningarna i Blacken 2015 - 2022.

kl. \ mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	S:a
20.55											13	27	17	2												59
21.10										3	16	38	19	2				1	1							80
21.25											9	32	32	5	4											82
21.35											16	34	29	6					1							86
21.50										3	14	13	21	5												56
22.10										5	26	70	68	11	2				1	2						185
22.20										1	8	36	22	2	1											70
22.35										1	15	28	9	2						1						56
22.45									1	2	19	23	16	2	1				1							65
22.55										8	17	37	12						1							75
SUMMA:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	153	338	245	37	8	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0	814

Bilaga 12. Resultat av längdmätning av *M. relicta s.l.* i Görvältn i Mälaren den 26/8 2022.

I tabellen anges antal räknade individer av *M. relicta s.l.* sorterade efter kroppsstorlek (X-axel). Tidpunkten (kl.) för insamlingen av respektive prov anges i Y-led. Kroppsstorleken är angiven i mm och är mätt från rostrums spets till yttersta delen av telson.

Honor med embryon och hanar har inte påträffats vid undersökningarna i Görvältn 2015 - 2022.

kl. \ mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	S:a	
20.55										1	6	8	6		1							1								23
21.20								1	0	1	6	11	8																	27
21.35									3	4	10	3	4	1			1							1						27
21.55										5	3	7	3	1																19
22.10							1	1	1	2	6	5	7	3									1							27
22.30										5	8	10	8	1									1	1						34
22.50					1			2		1	6	10	3	2								1	1		1					28
23.05						1			1	5	9	8	3	3																30
23.20							1		3	3	4	12	7	1																31
23.35									2	4	9	10	3	1										1						30
SUMMA:	0	0	0	0	1	1	2	4	10	31	67	84	52	13	1	0	1	0	0	0	0	2	3	3	1	0	0	0	276	

Bilaga 13. Resultat av längdmätning av *M. relicta s.l.* i Norra Björkfjärden i Mälaren den 25/8 2022.

I tabellen anges antal räknade individer av *M. relicta s.l.* sorterade efter kroppsstorlek (X-axel). Tidpunkten (kl.) för insamlingen av respektive prov anges i Y-led. Kroppsstorleken är angiven i mm och är mätt från rostrums spets till yttersta delen av telson.

Honor med embryon och hanar har inte påträffats vid undersökningarna i Norra Björkfjärden 2015 - 2022.

kl. \ mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	S:a
21.38									3	7	3	8	7	1									1	2					32
21.53								3	0	2	9	6	7	1															28
22.08							1		2	3	2	13	11	3	0	1													36
22.24								1	2	3	9	8	4	1	1									1					30
22.37									2	6	8	9	12																37
22.52								1	1	1	6	9	4	0	1														23
23.06								1	2	5	13	9	3	1									2						36
23.21									1	3	9	6	4	0	1								2	1					27
23.36						1		2	0	7	2	6	6	3	0								1	1					29
23.50								2	0	2	8	6	4										1						23
SUMMA:	0	0	0	0	0	1	1	10	13	39	69	80	62	10	3	1	0	0	0	0	0	0	7	5	0	0	0	0	301

Vänerns vattenvårdsförbund

Vänerns vattenvårdsförbund är en ideell förening med totalt 73 medlemmar varav 35 stödjande medlemmar. Medlemmar i förbundet är alla som nyttjar, påverkar, har tillsyn eller i övrigt värnar om Vänern.

Förbundet ska verka för att Vänerns naturliga miljöförhållanden bevaras genom att:

- fungera som ett forum för miljöfrågor för Vänern och för information om Vänern
- genomföra undersökningar av Vänern
- sammanställa och utvärdera resultaten från miljöövervakningen
- formulera miljömål och föreslå åtgärder där det behövs. Vid behov initiera ytterligare undersökningar. Initiera projekt som ökar kunskapen om Vänern
- informera om Vänerns miljötilstånd och aktuella miljöfrågor
- ta fram lättillgänglig information om Vänern
- samverka med andra organisationer för att utbyta erfarenheter och effektivisera arbetet.

Medlemmar

Medlemmar är samtliga kommuner runt Vänern, industrier och andra företag med direktutsläpp till Vänern, organisationer inom sjöfart och vatten-kraft, landsting, region, intresseorganisationer för fiske, jordbruk, skogsbruk och fritidsbåtar, naturskyddsföreningar, andra vattenvårdsförbund och vattenförbund vid Vänern med flera. Länsstyrelserna kring Vänern, Naturvårdsverket och Fiskeriverket deltar också i föreningsarbetet.

Mer information

Mer information om Vänern och Vänerns vattenvårdsförbund finns på förbundets webbplats: www.vanern.se. Förbundets kansli kan svara på frågor, telefonnummer 010-224 52 05.

