



2017-11-21

Kan vandrarmusslan (Dreissena polymorpha) användas som en miljöindikator?

Vandrarmusslans filtreringssystem, en
framtida miljöindikator



Niklas Nyblom

ARLANDAGYMNASIET

Mentorer: Henrik Wilmar, Matz Norling

Medlaboranter: Anton Norling, Per Snöbohm,
Johan Lindell, Jan-Erik Haggansson

Innehåll

Abstract.....	4
1. Inledning	5
1.1 Syfte och frågeställning.....	5
1.2 Metod och material	5
2. Förutsättningar	6
2.1 Filtrerande funktion och kapacitet	6
2.2 Mälaren idag	6
2.3 Provtagningsplatserna	6
2.4 Miljögifter	7
2.5 Riktvärden och riktlinjer.....	8
3. Utförande.....	10
3.1 Urval.....	10
3.2 Metoder	10
3.3 Utrustning	10
3.4 Genomförandet	10
4. Resultat	12
4.1 Presentation av resultat.....	12
4.2 Sammanfattning av resultat.....	13
5. Diskussion/Analys	14
5.1 Vidare forskning.....	14
6. Sammanfattning.....	16
7. Källförteckning	17

8. Bilagor



Abstract

The aim of this study is to investigate how polluted our sea Mälaren is by using the clam specie *Dreissena Polymorpha*, with the purpose of informing the citizens of Sweden about how polluted our lakes are. With knowledge about our environmental problems, we can work towards a better environment. To get enough data we collected clams from six different location within the same radius of one mile. Sending in the flesh, we received different results of environmental toxins from a chemistry lab in Danderyd, Stockholm. The results showed that the clams were affected by environmental toxins, but under the benchmarks the Swedish environmental protection agency has announced. But earlier articles states that the area should be heavily affected by environmental toxins. But since this is the first study done with the clam specie *Dreissena Polymorpha* there are no earlier results to compare with. Therefore, the conclusion is that our results are not trust worthy yet and if Mälaren is heavily affected by environmental toxins or not is not stateable through our results.

Keyword: *Dreissena Polymorpha*., Environmental indicator., Pollution., Mälaren.

1. Inledning

Industrialiseringen var i flera ögon en framgång för mänskligheten som enbart bar med sig fördelar. Flertalet tekniska innovationer såsom ångmaskinen kunde skapas och fler industrier kunde bildas. Nu på senare tid har detta visat sig vara problematiskt. Hav, sjöar och flera vattendrag blir dagligen drabbad av miljögiftsutsläpp från olika industrier, de släpper ut gifter såsom PCB och PFAS vilket har lett till att vattenlivet börjat ta skada men även människan. Men trots detta är det inte många människor som har vetskapen om hur illa det faktiskt är och hur farliga dessa miljögifter är.

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med vårt arbete är att upplysa om den verkliga mängden miljögifter i Mälaren och om det är möjligt genom användning utav Dreissena polymorpha eller till svenskans översatta vandrarmussla att kunna göra detta. Vandrarmusslan är en mussla som är känt för att vara en av de mest invasiva arter i dagens samhälle, de får i sig föda genom att filtrera vatten på plankton och fäster sig på fasta ytor. På grund av vandrarmusslans föröknings- och filtreringsförmåga har vår frågeställning blivit om det är möjligt att använda vandrarmusslan som en miljöindikator? (havo och vatten, 2015)

Hypotesen vi har tagit fram är att vandrarmusslan bör kunna användas som en miljöindikator tack vare musslans filtreringsförmåga. Avgörandet för resultatet kommer att bestämmas utifrån jämförelse med tidigare rapporter och provtagningsplatsernas närliggande område.

1.2 Metod och material

För att hitta information till detta arbete har egna provtagningar skett. Faktasidor, nyhetsartiklar samt tidigare provtagningar och laborationer har även tagits till hänsyn i detta arbete.

Provtagningarna innefattades att samla ihop vandrarmusslor från specifika ställen i Mälaren. Musslorna mättes, vägdes, dissekerades samt sorterades in utefter storleksordning. Proven lämnades in hos ett analyslaboratorium, ALS Scandinavia AB i Danderyd, Stockholm.

För att begränsa studiens omfattning har vandrarmusslorna medvetet tagits från Mälaren inom Sigtuna kommuns område samt att analysen skulle ge resultat på specifika miljögifter innehållandes: PCB, PFAS, PAH, dioxiner, tungmetaller och fetthalter.

2. Förutsättningar

Vandarmusslan, *Dreissena polymorpha* är en invasiv art som härstammar ifrån det Kaspiska havet. Genom transportkanaler har arten kunnat sprida sig till bland annat Nordamerika och stora delar av Europa. Vandarmusslan sprider sig främst i vattendrag och sjöar med sötvatten, men klarar även av mängder saltvatten och finns i bräckt vatten. Arten identifieras genom det randiga skalet samt dess storlek som varierar mellan 1 - 50 mm. Vandarmusslan prioriterar och kräver i vissa fall fasta objekt att fästa sig på, till exempel stenar, klippor och växter. En vuxen hona kan lägga upp till en miljon pelagiska larver per år, vilket betyder att larverna kan simma fritt i cirka 3–5 dagar. Detta medför till en snabb samt effektiv spridning. (Havochvatten, 2017).

2.1 Filtrerande funktion och kapacitet

Vandarmusslan får i sig föda genom filtrering med sina inandnings- samt utandnings sifoner. De är kapabla till att filtrera runt en liter vatten per dag där födan består till största dels av planktonalger. Studier har visat att vandarmusslan är en effektiv filtrerare som visar stor potential och förmåga till att filtrera stora mängder vatten och ta upp olika typer av partiklar. (Havochvatten, 2017).

2.2 Mälaren idag

Mälaren har tidigare haft problem med övergödning, men idag är halterna av miljögifter och läkemedelsrester relativt låga. Trots det är det viktigt att vara uppmärksam på förändringar av miljögifter då det kan medföra stora problem för fiskar och fåglar som lever i samt runt Mälaren. (Mälarens vattenvårdsförbund, 2017)

Det sker en årlig provtagning och analys av blåmussla, fisk och sill grissleägg i olika sjöar av Sverige. Den svenska miljöövervakningen meddelar att ett flertal miljögifter har generellt sett minskat kraftigt de senaste årtiondena. Men det är fortfarande höga halter kvar samtidigt som andra miljögifter har ökat i halt. (Naturvårdsverket, 2017)

Miljögifter är ett samlings namn för ämnen med en skadlig inverkan på miljön. De är giftiga, långlivade och kan tas upp av organismer samt sprida sig i ekosystemen. Det finns organiska gifter såsom PCB men utöver det finns det också oorganiska gifter såsom tungmetaller.

2.3 Provtagningsplatserna

Provtagningarna skeddes på sex olika ställen inom Sigtuna Kommuns område; Sjudargårdsbadet, Garnsviken, Flottvik, Steningeviken, Rosersbergsviken och Sättrabadet. (Se bilaga 1)

Sjudargårdsbadet ligger vid mälaren väster om centrala Sigtuna. Provtagningsplatsen valdes som ett avgränsningsområde, vilket betyder att sjudargårdsbadet är precis som bilden visar (se bilaga 1.) det som avgränsar Uppsala kommun till Sigtuna kommun. Därför är det noterbart att de miljögifter som går att finna vid sjudargårdsbadet kan ursprungligen komma ifrån Uppsala.

Garnsviken ligger vid mälaren i Sigtuna kommun upp mot Knivsta. Det är en fem kilometer lång vik som under årtionden drabbats av miljöproblem. Med näringsämnen från jordbruk, enskilda avlopp och Knivsta reningsverk har kraftiga övergödningar orsakats. (Uppsalanytidning, 2014)

Flottvik ligger vid mälaren intill naturskolan i Sigtuna Kommun. Noterbart med flottvik är den nedlagda rävsta återvinningscentral. Återvinningscentralen kan påverka mängden miljögifter på provtagningsplatsen.

Steningeviken ligger vid mälaren intill Steninge slott. Det som bör noteras är att i närheten av provtagningen ligger Arlanda flygplats, Brista återvinningscentral och Märsta ån som kan alla tre vara faktorer till miljögifter i Steningeviken.

Rosersbergsviken ligger vid mälaren i Rosersberg. Det som bör noteras är att precis som bilaga 1 visar ligger räddningsskolan och oxundasjön i närheten av rosersbergsviken som båda två kan vara starka faktorer till miljögifter i rosersbergsviken.

Sätrabadet ligger vid mälaren intill Upplandsväsby kommun gräns. Eftersom att vattnet rinner mot upplandsväsby, se bilaga 1, är provtagningsplatsen intressant då större mängder miljögifter kan följt med i vattendraget utefter området inom Sigtuna Kommun.

2.4 Miljögifter

Svensk definition av tungmetaller ”*Metaller med hög specifik atomvikt, över 5. De har komplexa spektra, bildar färgade salter och dubbelsalter, har låg elektropotential, är huvudsakligen amfotra, bildar svaga baser och syror, och verkar oxiderande eller reducerande.*” (Karolinska institutet)

Arsenik – As: Halvmetallen arsenik är ett naturligt förekommande ämne i olika mineraler. Arsenik tas upp av växter och djur och transporteras vidare i näringskedjor. Det är känt som giftigt på grund av de allvarliga hälsoeffekter arsenik kan medge, bland annat tumörer men även diabetes, kronisk hosta, leverskada, hjärt-kärlsjukdom och mer. Spridning av arsenik till vattenföreningar kommer främst ifrån avloppsreningsverk och framställningen av pappersmassa. (Naturvårdsverket, 2017)

Kadmium – Cd: Kadmium är en metall som naturligt går att finna i jorden, det ej är nedbrytbart. Kadmium kan orsaka störningar i ekosystemen. Det kan tas upp av växternas rotsystem och är giftigt för mikroorganismer och vattenlevande arter, kadmium kan orsaka störningar såsom störd fortplantning, hämmad tillväxt och mer. För människan kan kadmium bland annat bidra till benskörhet och frakturer på skelettet. De största utsläppen av kadmium till vatten beror främst på avloppsreningsverk och framställningen av pappersmassa, liknande till Arsenik. (Naturvårdsverket, 2017)

Kvicksilver – Hg: Ett av de farligaste miljögifterna anses vara kvicksilver. Kvicksilver kan omvandlas i naturen till den extremt giftiga föreningen metylkvicksilver som kan tas upp och ansamlas i vävnaden hos levande organismer. Får människor i sig kvicksilver kan de innebära skador på hjärnan och det centrala nervsystemet, barn är extra känsliga då dessa två områden utvecklas kraftigt under den här perioden. För växter och djur anrikas miljögiften via näringskedjan och hos de arterna längst uppe i näringskedjan kan reproduktionsförmågan påverkas och beteendestörningar uppkomma. Kvicksilver sprids främst genom atmosfäriskt nedfall från olika lufttransporter. (Naturvårdsverket, 2017)

Bly – Pb: Bly är en metall som bildar giftiga salter. Det är ett bioackumulerande ämne som redan vid låga doser är giftigt. För människan och djur kan bly ge skador på nervsystemet.

Bly kan även skada de röda blodkropparna vilket kan leda till blodbrist. Bly förekommer i vattendrag främst utifrån tidigare diffusa utsläpp av transportmedel användandes av bränsle innehållandes bly. (Naturvårdsverket, 2017)

Krom – Cr: Krom är en metall främst känt för att hittas som kemikalier i kläder bland annat. Det är ett bioackumulerande miljögift som kan vid för höga halter vara giftigt men även vissa former av krom kan vara cancerframkallande. Krom går att finnas i pigment, färger och inom rostfritt stål men de största utsläppen av krom kommer främst ifrån avloppsreningsverk och pappersmassaindustrin. (Naturvårdsverket, 2017)

Kobolt – Co: Kobolt är en metall som går att finnas i kärnvapen, legeringar och färgämne (koboltblått) bland annat. Som miljögift är kobolt ett bioackumulerande ämne som är mycket giftigt för levande organismer i vatten. (Naturvårdsverket, 2017)

Zink – Zn: Metallen Zink är en livsnödvändig metall som bland annat används för korrosionsskydd för att motverka rost. Massaindustrin tillsammans med reningsverk i Sverige står för de största zink utsläppen till vatten. Det har visat sig vara skadligt för vattenlevande organismer med en för hög halt av zink då det kan vara giftigt och orsaka beteende- men även reproduktionsstörningar. (Naturvårdsverket, 2017)

Nickel – Ni: Nickel är en silvrig halvmetall, precis som zink används nickel främst till som legeringsmedel för att motverka rost. De största nickel utsläppen till vatten sker främst genom avloppsreningsverk och pappersmassaanläggningar. Som miljögift är nickel i för höga halter giftigt och kan påverka den mikrobiella påväxten samt bidra till en försämrad grobarhet. (Naturvårdsverket, 2017)

Perfluoroktansulfonsyra, även känt som PFAS, är en grupp högfluorerade ämnen som är mycket stabila. Det vill säga att de bryts ner långsamt eller inte alls i naturen. Flera grupper inom PFAS är bioackumulerande, men eftersom PFAS är högfluorerade ämnen så är de vatten- respektive fettavstötande och lagras därför inte i fettvävnaden som andra bioackumulerande ämnen gör, utan PFAS binder till sig proteiner och lagras i andra organ istället såsom levern och blod.

PFOS, som är en grupp inom PFAS är ett så kallat PBT-ämne. Persistent, bioackumulerande och toxiskt. Vilket innebär att PFOS bryts inte ner i naturen utan ansamlas och förs vidare i näringskedjor samt transporteras långa sträckor i vattendrag.

Tidigare studier med försöksdjur har visat att högre halter av PFOS har en negativ påverkan på levern, immunförsvaret, fettmetabolism och reproduktionsförmågan. Studier innehållandes större befolkningsgrupper som under längre perioder blivit exponerade för PFOS i USA, Taiwan och Kina har visat liknande resultat, men det är ej fastställt om det var PFOS som orsakat de effekterna eller inte. (Kemikalieinspektionen, 2015)

2.5 Riktvärden och riktlinjer

Innebörden av riktvärden och riktlinjer handlar främst, för vår del, om att kunna jämföra våra resultat med annan data.

I en projektgrupp har Naturvårdsverket tillsammans med Naturhistoriska riksmuseet och den statliga miljöövervakning av den svenska EPA tagit fram flera riktvärden för flera miljögifter, riktvärden som innebär när i vilken dos miljögifterna börjar bli farliga.

Riktvärden:

Cd – 0.16 µg/g våt vikt (=0.16 mg/kg våt vikt)

Hg – 0.020 µg/g (=0.020 mg/kg våt vikt (fisk)).

Ni – 12.3 µg/g (=12.3 mg/kg våt vikt (fisk)).

Pb – 0.3 µg/g våt vikt (=0.3 mg/kg våt vikt (fisk)).

- 1.5 µg/g våt vikt (=1.5 mg/kg våt vikt (musslor))

Riktvärden för As, Co, Cr, Cu, Zn, Mn och PFOS saknas.

3. Utförande

För att se om det är möjligt att använda vandrarmusslan som en miljöindikator utfördes flera experiment. Nedanför är det möjligt att läsa vår tillgångsväg från uppluckade av musslor till resultat av laboratorium, detta för att experimentet ska kunna genomföras ytterligare gånger.

3.1 Urval

Det bestämdes att experimentet skulle vara inom sjön Mälaren och vara inom samt runt ett område av Sigtuna Kommun. Detta var för att fokusera in oss mer på ett specifikt ställe men även för att inte överstiga de ekonomiska möjligheterna. Musslorna delades in i storlekskategorier, detta främst på grund av att de varit i vattnet olika tider och kan ha burit med sig olika mycket av miljögifterna, därför togs musslorna utifrån speciella mått.

3.2 Metoder

Vandrarmusslor uppluckades på provtagningsplatserna Flottvik, Rosersbergsviken, Garnsviken, Steningeviken, Sjudargårdsbadet och Sättrabadet. Musslorna kategoriserades utifrån storleksordning, räknades, värmdes, dissekerades, vägdes och placerades i glasburkar som sedan skickades in hos ALS Scandinavia i Danderyd, Stockholm som utförde en kemisk analys.

Vandrarmusslorna värmdes för att underlätta dissekeringen, mikrovågsugn användes för minsta möjliga påverkan på resultaten. Plastpincetter användes för att dissekera, istället för vanliga pincetter, detta för att undvika felkällor i resultaten, då vi bland annat testade för tungmetaller. Detsamma gäller valet av glasburkar.

3.3 Utrustning

(För sex personer):

Två ekmanshuggare

Tre håvar

Sju plastlådor

Sex linjaler

En mikrovågsugn

Sex plastpincetter

25 glasburkar + Lock

En frys

3.4 Genomförandet

Punkt 1 – 9 gjordes på följande provtagningsplatser; Flottviken, Rosersbergsviken, Garnsviken, Steningeviken, Sjudargårdsbadet och Sättrabadet.

1. Båt och Kanot användes för att ta ut sig till sjön.
2. Med hovar och ekmanshuggare plockades cirka 700 vandrarmusslor upp och lades i plastlådor. (Se bilaga 2 och 3).
3. Vandrarmusslorna uppmättes med linjal (noggrannhet 1mm) samt sorterades utefter längdstorlek i sju kategorier; <17mm, 17mm, 18mm, 19mm, 20mm, 21mm, 22mm, 22mm>. (Se bilaga 4).
4. Antalet musslor i kategori 17mm räknades, två gånger. Antalet antecknades.
5. Musslorna i kategori 17mm värmdes i en mikrovågsugn (styrka 700 W).

6. Musslornas mjukdelar i kategori ”17mm” dissekerades med hjälp av en plastpincett och placerades i en glasburk.

7. Innehållet i glasburken för kategorin ”17mm” vägdes på en våg (noggrannhet 0.01g), vikten noterades.

8. Glasburken stängdes med lock och lades in i frysen (Temperatur: -18°C)

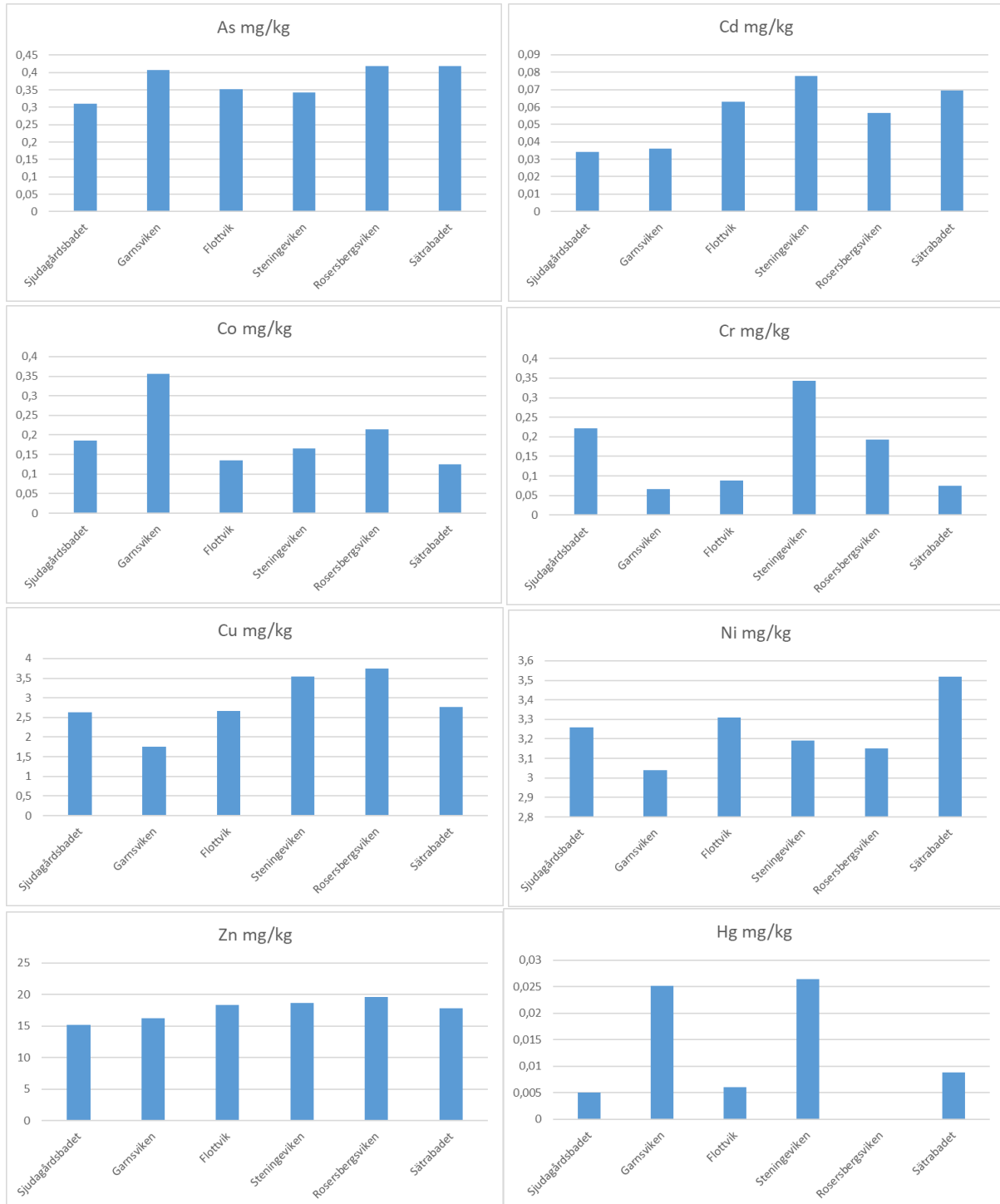
9. Punkt 4–8 upprepades för vandrarmusslorna i kategori ”18mm”, ”19mm”, ”20mm”, ”21mm” och ”22mm”.

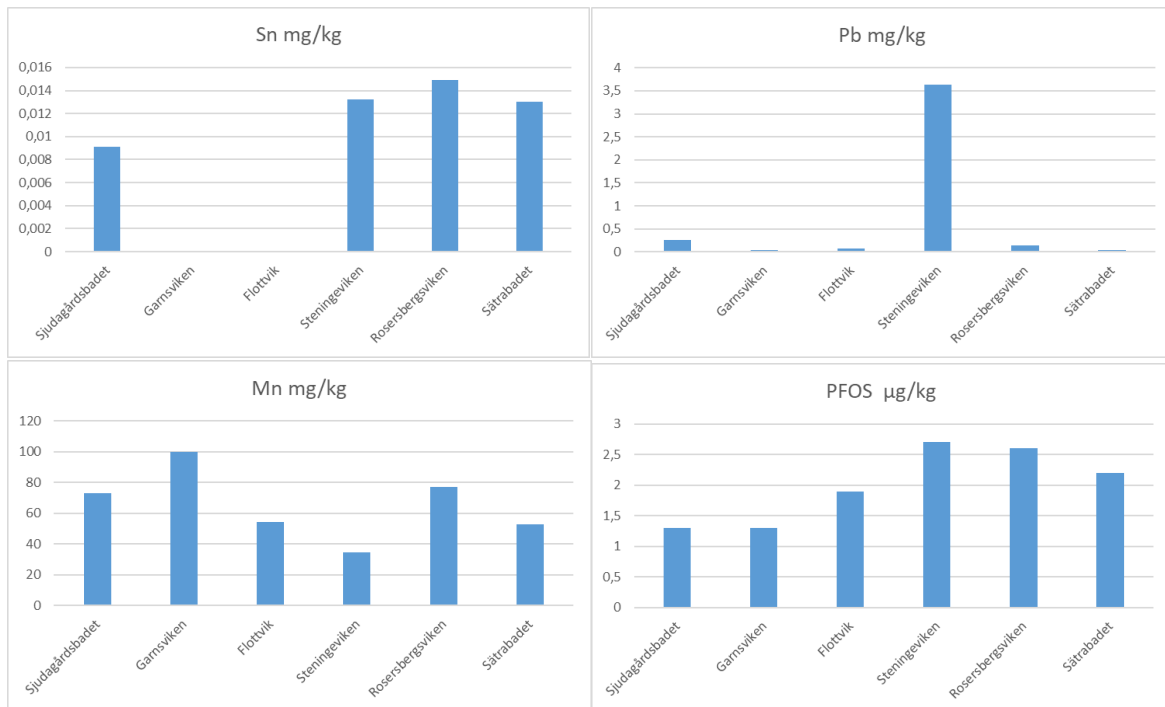
Samtliga glasburkar med innehåll lämnades in och blev kemiskt analyserade av ALS Scandinavia. ALS Scandinavia analyserade följande ämnen; Tungmetaller (As, Cd, Co, Cr, Hg, Cu, Ni, Pb, Zn, Mn, Sn), Fett, PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) och PFAS (PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFBS, PFHxS, PFOS, PFDS, 6:2 FTS, 8:2 FTS). (ALS , 2017)

4. Resultat

Här nedan ses flera tabeller som visar de resultat vi fått ut av musslorna.

4.1 Presentation av resultat





Figur 1. Halter av tungmetaller och PFOS i vandarmusslor från Mälaren 2017. Resultat visat från sex provplatser.

4.2 Sammanfattning av resultat

Resultaten visar att alla miljögifter är under de riktvärden som finns förutom bly i Steningeviken, som är över det riktvärdet i stora mängder. Det enda som är intressant är att Garnsviken har höga värden på Co och Hg, se figur 1, jämfört med de andra provplatserna.

5. Diskussion/Analys

Enligt arbetet som utförts är det möjligt att se att de punkter vi tagit musslor ifrån är i liten grad drabbade av miljögifter. Dessa resultat går ej att jämföra med tidigare studier då detta är en så kallad pilotstudie, vilket innebär att tidigare studier av denna sort ej utförts inom samma område.

Det enda som går att säga överstiger de riktvärden vi fått ut är resultatet av Pb i Steningeviken som överstiger värdet med mängder men även de höga värdena på Co och Hg hos Garnsviken. Vad källan är till detta är oförklarligt, det kan vara Knivsta reningsverk som ligger i närheten.

Resultatet vi fått om PFOS är ingenting ovanligt, det är som sagt varken vatten eller fettlösande och kan därför transportera långa sträckor i vattendrag, därför är det inte ovanligt att hitta PFOS, speciellt när det finns flera kända källor som bilaga 1 visar, bland annat Rosersbergs brandstation och mer.

Det jag kan säga om bly resultatet hos Steningeviken är att det tros finnas en felkälla här, vi är osäkra på om de vandrarmusslor vi plockade upp på denna provplats var vid en slags blymönja eller inte. Därför skulle det vara relevant att leta upp denna blymönja samt göra om provtagningen på denna plats åter igen för att få ett relevant resultat.

Även fast resultaten visar att våra provtagningsplatser inte är särskilt drabbade av miljögifter finns det tidigare tidningsartiklar som säger att dem är. (Uppsalanytidning, 2014)

Personligen tror jag att våra provtagningsplatser är drabbade av miljögifter och över de riktvärden som bör finnas för just vandrarmusslan. Jag tror att det behöver finnas mer forskning kring vandrarmusslan för att kunna få bättre och mer trovärdiga resultat därmed önskar jag en årlig undersökning av just den typ som vi utfört inom samma område.

Mina medlaboranter anser liknande åsikter som jag själv, det vore otroligt intressant med en årlig undersökning av denna typ.

Men trots det är slutsatsen att resultatet visat på miljögifter och oavsett om det är under de riktvärden naturvårdsverket skrivit är det fortfarande drabbat av miljögifter. Resultaten är givetvis inte säkra men de visar på miljögifter oavsett i vilken mängd det är i, och nu när vi vet om det, kan vi tillsammans arbeta mot ett bättre samhälle där vi inte ska behöva oro oss för miljögifter i den mat vi äter samt det vatten vi badar i.

5.1 Vidare forskning

Det är viktigt att vidare forska inom detta område för att få ett trovärdigt resultat utifrån denna undersökning. Vandrarmusslan har ej använts tidigare som en miljöindikator inom området bortsett från denna undersökning. Riktvärdena som naturvårdsverket annonserat är främst ifrån fisk och våra resultat från musslor bör kunna ha helt andra riktvärden. Viktigt att tänka på i framtida forskning är att utföra undersökning på vandrarmusslor i liknande storlek som vi utförde dem i. Storlek kan ha en stor betydelse och nu när vi utfört inom beloppen av 17mm till 22mm kan det vara bra att utföra detta igen. Detsamma gäller testpunkterna. Att göra denna typ av undersökning årligen vore perfekt för att kunna få resultaten gå ihop med varandra.

En felkälla som, om det är möjligt att undvika, är att plocka musslor från "rätt" ställe. Inte plocka musslor från specifika platser som kan påverka resultaten något enormt, exempelvis vårt resultat från Steningeviken som visade onaturligt stora bly mängder.

6. Sammanfattning

Denna undersökning handlar om hur miljögifterna i Mälaren kan summeras med hjälp av vandrarmusslor. Syftet med att upplysa om hur miljögifterna ser ut i vår sjö, så att vi alla kan ha vetskap om hur det ser ut och jobba mot en hållbar framtid. Undersökningen innebar upplöckade av vandrarmusslor på sex olika punkter inom ett område på en mil. Musslorna delades in utefter storleksordning, dissekerades och skickades in hos ett analyslabb som gav oss resultat på diverse miljögifter. Resultatet som visade var att musslorna var drabbade av miljögifter, fast under de riktvärden naturvårdsverket utdelat. Men utifrån tidigare artiklar beskrivs området innehålla höga halter av miljögifter, eftersom detta är en pilotstudie då tidigare studier med vandrarmusslan inte utförts inom området finns det ingenting att jämföra med. Därför är slutsatsen att våra resultat ej är trovärdiga än, det behövs flera liknande studier för att bedöma om Mälaren är drabbad av miljögifter.

7. Källförteckning

Naturvårdsverket. (2017). *Miljöfarliga ämnen i vattenmiljön*. Hämtad 12 jan 2018 kl 12:00
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Miljofarliga-amnen-i-vattenmiljon/>
Publicerad 6 nov 2017.

Hav och Vatten (2015). *Vandrarmussla*. Hämtad 12 jan 2018 kl.14:00
<https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/vandrarmussla.html>
Publicerad 3 dec 2015.

Norrköping tidning (2013). *Experter varnar för vandrarmusslan*. Hämtad 2 feb 2018 kl.13.00
<http://www.nt.se/nyheter/norrkoping/expertes-varnar-for-vandrarmusslan-8706331.aspx>
Publicerad 30 juli 2013.

Mälaren. (u.å.). *Hur mår mälaren*. Hämtad 11 feb 2018 kl.21.00
<http://www.malaren.org/malaren/hur-mar-malaren/miljogifter/>
Publicerad Står ej.

Karolinska institutet. (u.å.). *Tungmetaller*. Hämtad 11 feb 2018 kl.21.00
<https://mesh.kib.ki.se/term/D019216/metals-heavy>
Publicerad Står ej.

Kemi. (2015). Hämtad 20 feb 2018 kl.11.00
<https://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas>
Publicerad 11 Augusti 2015.

Naturvårdsverket. (u.å.). Hämtad 12 feb 2018 kl. 20.00
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Arsenik-As/>
Publicerad Står ej.

Naturvårdsverket. (u.å.). Hämtad 12 feb 2018 kl. 20.00
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Bly-Pb/>
Publicerad Står ej.

Naturvårdsverket. (u.å.). Hämtad 12 feb 2018 kl. 20.00
<https://naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforenningar/Tungmetaller/>
Publicerad Står ej.

<http://www.unt.se/sigtunabygden/sa-ska-garnsviken-raddas-3112402.aspx>
Publicerad 23 April 2014. Hämtad 2 mar 2018 kl. 12.00

Naturvårdsverket. (u.å.). Hämtad 8 mar 2018 kl. 12.30
<http://naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Zink/>
Publicerad Står ej.

Naturvårdsverket. (2017). Hämtad 9 mar 2018 kl. 12.50
<https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Zink/>
Publicerad 4 December 2017.

Naturvårdsverket. (2017). Hämtad 9 mar 2018 kl. 12.50
<https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Nickel/>
Publicerad 4 December 2017.

8. Bilagor



Bilaga 1: De sex olika provtagningsplatserna med påverkande faktorer.