



LÄNSSTYRELSEN  
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

# Oljepåslaget på Tjörn 2011

Uppföljande undersökning av oljeförorening i  
marin miljö 2011-2012



Rapportnr: 2012:64

ISSN: 1403-168X

Rapportansvarig: Anna Dimming

Foto: Anna Dimming, Carl-Ian Bissmark (framsida & sid 18)

Utgivare: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenvårdsenheten

*Rapporten finns som pdf på [www.lansstyrelsen.se/vastragotaland](http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland) under Publikationer/Rapporter*

# Innehåll

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Sammanfattning.....                     | 2  |
| 2. Bakgrund.....                           | 3  |
| 3. Oljans påverkan på miljön.....          | 5  |
| 3.1 Påverkansfaktorer.....                 | 5  |
| 3.2 Biologisk nedbrytning .....            | 6  |
| 3.3 Påverkansfaktorer på Tjörn .....       | 6  |
| 4. Insamling och analys.....               | 8  |
| 4.1 Insamling av biologiskt material ..... | 8  |
| 4.2 Analyser och tillståndsbedömning ..... | 12 |
| 4.2 Resultat .....                         | 14 |
| 5. Slutsats och fortsatt arbete.....       | 19 |
| 6. Referenser .....                        | 20 |
| 7. Bilagor .....                           | 22 |

# 1. Sammanfattning

---

Länsstyrelsen i Västra Götalands län har utfört en miljökontroll i den marina miljön med avseende på det oljepåslag som drabbade den svenska västkusten, huvudsakligen Tjörns kommun, i september 2011. Syftet med denna initiala studie var att undersöka om den marina miljön i området erhållit förhöjda miljögiftshalter orsakade av oljan samt titta på ev. spridning av gifter i området. Arbetet har skett i samråd och samarbete med Tjörns kommuns miljöavdelning. Miljökontrollen har finansierats av Havs och Vattenmyndigheten. Insamling av biologiskt material utfördes mellan 15 oktober-16 december 2011 samt uppföljande provtagningar i april & maj 2012.

En god indikator för oljeföroreningar i marin miljö är ökade halter av polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er), s.k. oljekolväten. PAH:er är fettlösliga, ofta stabila och i en del fall bioackumulerande. Vissa är också klassificerade som cancerogena.

Analyserna i denna studie visade förhöjda halter av oljekolväten i blåmusslor och ytsediment vid främst 2 av 7 utvalda lokaler i det ansatta området efter första provtagningsomgången hösten 2011. Oljan förekom vid dessa lokaler i stora mängder efter påslaget samt hade en relativt lång uppehållstid i vattnet innan den avlägsnades. Dock var det endast tre oljekolväten som överskred aktuella gränsvärden; Bens(a)pyren och Bens(b)fluoranten i blåmussla samt Pyren och Bens(a)pyren i sediment. Alla tre är mycket giftiga för vattenlevande organismer.

Uppföljande prover av musslor och sediment som togs i april & maj 2012 visade att samtliga halter av tidigare förhöjda ämnen i blåmussla nu var låga enligt gällande riktvärden. I sedimentprover från en lokal återfanns däremot fortfarande Pyren och Bens(a)pyren höga halter i maj och hade även högre halter sedan första provtagningen 2011. Länsstyrelsen föreslår därför en ny provomgång under hösten 2012 genom Tjörns kommun, för att följa upp dessa ökade halter i sediment.

Det är inte möjligt att i dagsläget avgöra huruvida oljan kommer ha en långsiktig påverkan i den marina miljön eller inte, men enligt de provtagningar som utförts i den här studien kan den kortsiktiga påverkan anses ringa i förhållande till den mängd olja som drabbade Tjörn. Detta skulle kunna förklaras av de starka vindar och vågor som ledde till att mycket av oljan hamnade uppe på land. Årstiden var ytterligare en faktor som sannolikt begränsade skadorna i den marina miljön, i och med en lägre biologisk aktivitet på hösten. Antalet oljepåverkade fåglar var endast ett 40-tal då de flesta hade flyttat från området för säsongen.

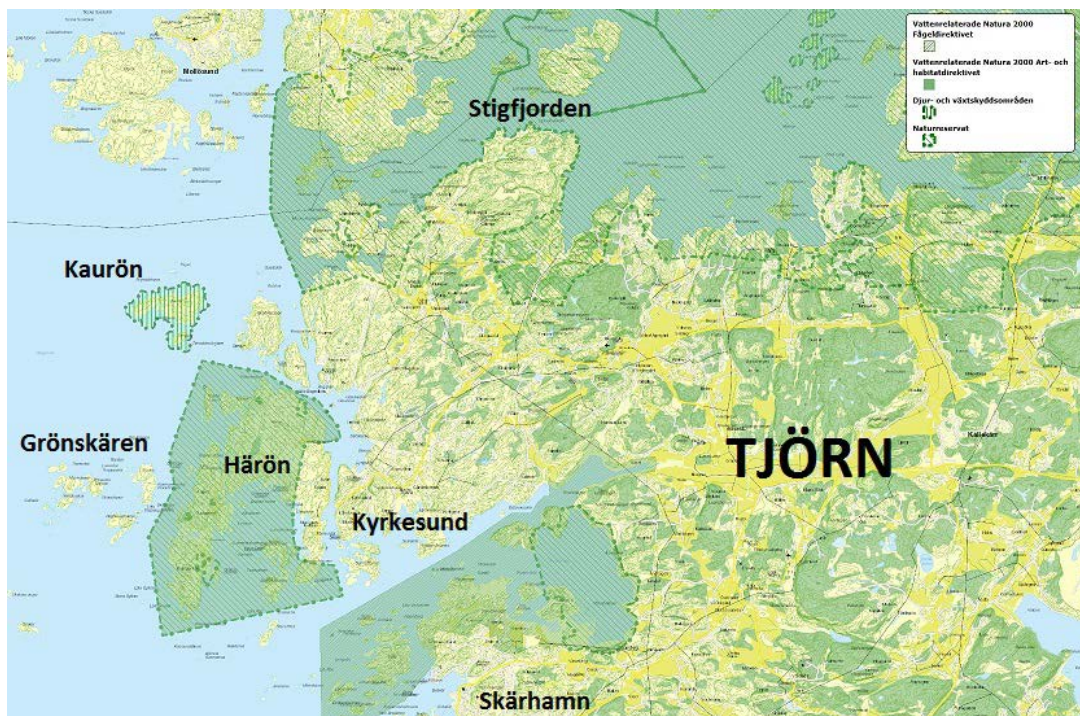
Även typen av olja (tung eldningsolja typ IF180), kan antas ha påverkat graden av spridning av toxiska ämnen i området. Lättare, mer flyktig olja, är mer akut toxisk för marina organismer. Arbetet med sanering av den oljan som låg i vattnet i vikarna var ytterst effektiv. Detta är ytterligare en faktor som sannolikt begränsade den totala påverkan av oljan i den marina miljön, då oljans kortsiktiga och långsiktiga påverkan är direkt relaterad till oljans uppehållstid. Saneringsarbete utfördes av Kustbevakningen och Tjörns kommuns räddningstjänst. Oljan i vikarna var flytande och ingen olja har av Tjörns kommun observerats på botten i de värst drabbade områdena.

## 2. Bakgrund

Den 10 september 2011 kolliderade ett maltesiskt fraktfartyg (Golden Trader) och ett belgiskt fiskefartyg utanför Jyllands nordvästkust (Thyborön) i Danmark. Detta resulterade i ett oljeutsläpp av marin eldningsolja (bunkerolja typ IF180, se säkerhetsdatablad Bilaga 1) där en stor del nådde Sveriges västkust fem dagar senare, den 15 september 2011. Danmarks kust blev opåverkat enligt uppgifter från ITOPF<sup>1</sup>. SKL<sup>2</sup> har analyserat och bekräftat oljans ursprung i sitt sakkunnigutlåtande till Kustbevakningen 2011-10-04 (Bilaga 2) och Tjörns kommun har analyserat oljan med avseende på innehållet av toxiska ämnen från två lokaler i området (Bilaga 3).

Enligt den svenska Kustbevakningen (Filip Lundgren, KBV, personlig kommunikation) är det fortfarande oklart hur mycket olja som togs upp i området för kollisionen av dansk kustbevakning, samt hur mycket bunkerolja som totalt fanns ombord på fartyget vid kollisionen.

Huvuddelen av oljan som transporterades med den Jutska strömmen från Danmark till Sverige, upptäcktes inom Tjörns kommun (ca 1 timmes bilfärd norr om Göteborg). Denna kommun består av en ö med ca 15 000 invånare och har en kuststräcka som bl.a. inkluderar kala klipphöllar och klippstränder vilka är hårt exponerade för vågor och vind från Skagerrak. Det drabbade området i Tjörns kommun innefattar många skyddsvärda områden som bl.a. är avsatta som naturreservat, Natura 2000-områden samt fågel- & sälskyddsområden (Fig. 1).



Figur 1. Översiktskarta på biologiska skyddsområden i Tjörns kommuns nordvästra drabbade delar.

<sup>1</sup> International tanker owner's pollution federation limited (ITOPF)

<sup>2</sup> Statens kriminaltekniska laboratorium (SKL) [www.skl.polisen.se](http://www.skl.polisen.se)



Under räddningsfasen som pågick mellan 16 september och 14 oktober har Kustbevakningen och Räddningstjänsten (genom kommunens samverkansorgan) beräknat att de tog upp totalt ca 820 ton oljeemulsion ur vattnet. Den rena oljan är dock mindre då olja sväller i vatten och får en större volym.

Vatten som blandas in i olja (s.k. mousse) kan bilda en stabil emulsion under flera månader. Moussebildning kan också medföra att oljan förlorar sina flytegenskaper och sjunker ner till botten (Naturvårdsverket 1998). Detta har dock inte observerats av Tjörns kommun i de värst drabbade områdena.

Den insamlade oljan transporterades ner till Göteborg och Stena Recycling för destruktion eller bearbetning för återanvändning. I deras processer skiljs vattnet från oljan vilket renas och vattnet kan därmed släppas ut i havet igen. Den renade oljan kan sedan användas som bränsle igen (Stena Recycling 2011).

Oljan som återfanns i Tjörns vikar på västkusten var flytande och varierade i tjocklek mellan ca 5 - 40 cm. I vissa vikar låg olja kvar i vattnet upp till ca 30 dagar innan den helt avlägsnades (Kustbevakningen pers. komm.). Som exempel kan nämnas att inom ett av de värst drabbade områdena tog Kustbevakningen upp ca 250 ton olja (inkl. vatten och övrigt som ansamlats i oljan) från en vik, Rockevik, på Häröns sydvästsida, den s.k. Ursprungsviken. Tjörns kommun har haft dykare i denna vik vid två tillfällen (nov. 2011 & april 2012) men har inte upptäckt någon nedsjunken olja på botten.

Under aktuell tid för påslaget blåste det hårda västliga vindar på kuststräckan i Tjörns kommun, vilket ledde till att en stor del av oljan kastades upp med vågorna och hamnade långt upp på land. Strömmarna i sin tur samlade oljan relativt koncentrerat i de s.k. vrakvikarna i området (Fig. 2).

Efter räddningsfasen har ytterligare ca 160 ton olja tagits upp från vikar och klippor (Tjörns kommun personlig kommentar). Tjörns kommun uppskattade att det 15 maj 2012 fanns ca 25-30 ton olja kvar att sanera på land i området.



Figur 2. Saneringsarbete i en vrakvik på Skaboholmen i april 2012.



## 3. Oljans påverkan på miljön

---

### 3.1 Påverkansfaktorer

Det finns ett flertal faktorer som avgör hur stor påverkan oljan har på den marina miljön. Årstiden och väderförhållande då påslaget sker, vilken typ av habitat som drabbas, oljans egenskaper samt hur länge oljan ligger i vattenfas (uppehållstid) innan den avlägsnas. Effekterna av olja är allvarliga men ändå relativt kortvariga i den fria vattenmassan. Nere på havsbottnarna kan oljan däremot bli kvar betydligt längre tid (Joydas et al 2012). I grunda skärgårdsmiljöer kan även små utsläpp leda till stora negativa miljöeffekter då ämnen från olja kan binda hårt och lagras under lång tid i sedimentet.

Skadorna från ett oljepåslag kan vara både kort- och långvariga och olika marina organismer kan vara olika känsliga för samma ämne. De akuta skadorna från olja drabbar främst sjöfågel, fisk och marina däggdjur medan andra marina organismer främst kan drabbas av nedsatt tillväxt eller andra uttryck för biologisk stress (Sweco 2012). Långsiktiga effekter har i tidigare studier påvisat påverkan på immunförsvaret, genetiska skador samt fortplantningsstörningar hos marina organismer som exempelvis fisk.

Fåglar är mycket sårbara för olja och väldigt lite olja kan ha allvarliga konsekvenser. Skador på sjöfåglar är den tydligaste biologiska effekten i samband med oljeutsläpp. En liten oljefläck på 2-3 cm i diameter i fjäderdräkten räcker för att förstöra dess vattenavvisande förmåga hos exempelvis en andfågel. Värmeisoleringen förstörs och fåglarna dör av nedkylning om det sker under en kall årstid. Måttligt nedsmutsade fåglar ägnar mycket energi åt att försöka tvätta sig och kan dö av svält under tiden.

Sjöfåglar kan även förgiftas när de försöker tvätta sig då oljan fräter på mag- och tarmpaketet, skadar det centrala nervsystemet, lungorna och levern (Sweco 2012). Ägg som kontamineras av olja kan ta skada så att ungarna aldrig utvecklas. Hos vanligt förekommande fågelarter ger dock oljeutsläpp sällan någon långsiktig påverkan på populationen.

Ett områdes känslighet för olja beror på växters och djurs förmåga att återetablera sig. En exponerad klippkust återhämtar sig snabbare än skyddad vik. Skyddade områden som inte är exponerade av vågor har svårare att återhämta sig efter olja då arter som lever här är anpassade till små förändringar och har liten återhämtningsförmåga. Många ekonomiskt viktiga fiskarter använder grundområdena som matplats, lek-, yngel- och uppväxtområden och dessa områden är huvudsakligen skyddade från vågor och vind.

Återhämtningstiden efter oljeutsläpp kan variera från några dagar till flera år. Fallstudier från tidigare oljeutsläpp, bl.a. från Exxon Valdez, Torrey Canyon, Tsesis, Metula, Amoco Cadiz m.fl. visar att ekosystemet för exponerad klippkust är återställt efter 2 år och för de mest känsliga strandområdena (eng. salt marshes, Sveriges motsvarighet är vassbälten och strandängar) är återhämtningstiden betydligt längre, 4 till 6 år (Sweco 2012).

Beroende på oljans egenskaper med avseende på densitet, toxicitet, flyktighet mm kan olika marina organismer påverkas negativt av oljan. Tjocka och trögflytande oljor som tunga eldningsoljor och bunkeroljor, som den aktuella oljan på Tjörn (typ IF180), är farligast med avseende på nedkletning av fjäderdräkt och päls hos fåglar och däggdjur (ex. säl). Oljor som ger upphov till akuta toxiska skador på marina organismer är i större utsträckning lättare råoljor och raffinerade oljor. Dessa är mer lösliga i vatten vilket gör oljan mer tillgänglig för akvatiska organismer. De raffinerade oljeprodukterna som bensin och diesel har i regel högre koncentration av giftiga komponenter än råolja.

Forskning kring de långsiktiga effekterna inklusive reproduktionsskador har visat att många organismer är känsliga för råolja i koncentrationer mindre än 1 mg/l. Raffinerade produkter kan vara 10-100 gånger giftigare än råolja. Speciellt produkter med en hög andel aromatiska oljekolväten är mycket giftiga för det marina livet. Hit hör lätta brännoljor som dieselolja, bensin och fotogen (Naturvårdsverket 1998).

Eftersom oljans effekter på organismer är så olika, kan det vara svårt att förstå oljans akuta och långsiktiga skador samt separera dessa effekter från ekosystemets naturliga variation. Därför är det viktigt att använda sig av redan befintliga miljöövervakningsdata vid uppföljande studier efter oljepåslag.

### **3.2 Biologisk nedbrytning**

Olja som kommit ut i naturen påverkar miljön men miljön påverkar också oljan som genomgår en rad olika förändringar. Oljans kemiska sammansättning och yttre miljöförhållandena (vatten- och lufttemperatur, väder) bestämmer hur oljan beter sig i havsmiljön. När olja får kontakt med vatten påbörjas en rad fysikaliska och kemiska processer som förändrar oljans egenskaper och därmed dess effekter på det marina livet. Fysiska faktorer som vågor och vind leder till att olja naturligt sprids och bryts ner allteftersom med tiden.

I vattnet finns marina bakterier som kan bryta ner oljan till enklare kolväten (primär nedbrytning) eller till koldioxid och vatten (fullständig nedbrytning). Tidigare studier på miljöfaktors inverkan på biologisk nedbrytning av olja har påvisat att en snabb oljenedbrytning kräver tillgång på närsalter (kväve och fosfor), närvaro av oljenedbrytande marina bakterier, tillgång på syre och god vattenomblandning. Nedbrytningshastigheten påverkas också av temperaturen, en tiogradig temperaturstegring (ex. från 5° C till 15° C) ger en fyra gånger högre oljenedbrytningshastighet (Edlund et al, 1985). I havsvatten har bionedbrytningen beräknats variera mellan 0,03-60 gram olja per ton vatten och dygn (Naturvårdsverket 1998).

Tidigare har man ansett att biologisk nedbrytning inte fungerar eller går mycket långsamt i kalla klimat men erfarenheter har visat att det även i kalla vatten, exempelvis utanför Alaska, finns mikroorganismer som har mätbart nedbrytande effekt på olja. Marina organismer använder oljan som kolkälla och bryter ner den och fysiska faktorer som vågor och vind leder till att olja naturligt sprids och bryts ner allteftersom.

### **3.3 Påverkansfaktorer på Tjörn**

Ur kustfåglarnas perspektiv var årstiden fördelaktig vid påslaget på Tjörn då de flesta fåglarna hade lämnat området inför vintern. Endast ett 20-tal fåglar fick



avlivas i området och totalt oljeskadades ett 40-tal (Hans Alexandersson personlig kommentar). Oljeskadade fåglar rapporterades och omhändertogs av Fågelcentralen i Rödbo, Göteborg (Bissmark 2012).

Länsstyrelsen har en regional miljöövervakning på kustfågel längs västkusten och en utökad inventering utfördes under mellan 15 maj och 15 juni 2012.

Inventeringen skedde på Härön inklusive stränderna på Härön och Kaurö för uppföljning av ev. effekter på kustfågel efter oljepåslaget 2011. Resultaten av denna inventering var inte den 6 aug 2012 presenterade ännu (kontaktperson Hans Alexandersson, Länsstyrelsen Västra Götalands län).

Även ur ett marinfysiologiskt perspektiv, där man avser de marina organismernas aktiva reproduktionsperioder (biologiska aktiviteten), var detta under en årstid då den biologiska aktiviteten inte är som störst. Ett påslag på våren eller sommaren i detta område hade sannolikt lett till större påverkan i den marina miljön då djurs känslighet för olja oftast beror på i vilka utvecklingsstadier de är i, fiskyngel och ägg är känsligare än vuxna individer. De yngsta utvecklingsstadierna av fisk är de mest känsliga för exponeringen för olja och kan leda till reducerad kläckbarhet och abnormal utveckling av yngel (Naturvårdsverket 1998).

Den kustremsa som blev drabbad på Tjörn är i huvudsak välexponerad av vågor och vind vilken främst karaktäriseras av opportunistiska arter med hög reproduktiv hastighet (som snabbt ökar i antal), en bred fysiologisk tolerans, större spridningsförmåga samt en högre grad av återhämtningsförmåga.

Inga marina rödlistade arter finns rapporterade i området dock finns den starkt hotade Ostronörten (*Mertensia maritima*) noterad på stränderna vid lokal 5, Bö Klåva (Naturvårdsverket 2009, Digital Miljöatlas 2012).



## 4. Insamling och analys

### 4.1 Insamling av biologiskt material

Under perioden 15 oktober-16 december 2011 utfördes insamling och provtagning av blåmusslor, sediment och tånglake i det drabbade området (Fig. 2). Under april-maj 2012 skedde insamling av blåmusslor och sediment för uppföljning av de tidigare provtagningarna 2011. Tabell 1 ger en översikt av lokalernas insamlingstider, material och position. Metoder och bearbetning av varje delmoment har utförts i enlighet med rekommendationer från Naturvårdsverkets handledning för miljöövervakning (Naturvårdsverket 2005 & 2009) samt rekommendationer från OSPAR dvs. Oslo-Pariskommisionen för skyddet av den marina miljön i nordostatlanten (OSPAR 2004).



Figur 2. Karta över provtagningslokaler i det drabbade området i Tjörns kommun.

Tabell 1. Översikt över insamlingen av biologiskt material i det drabbade området där lokalerna 1-7 återfinns på kartan i Figur 2.

| Lokal | Område                | Typ av station | Latitud WGS84 | Longitud WGS84 | Typ av prov | Antal  | Insamlingsmetod             | Tid för insamling    |
|-------|-----------------------|----------------|---------------|----------------|-------------|--------|-----------------------------|----------------------|
| 1     | Ursprungsviken, Härön | Påverkad       | 58° 01,037    | 11° 28,828     | Blåmussla   | 86     | Dykning                     | 15 nov. 2011         |
| 1     | Ursprungsviken, Härön | Påverkad       | 58° 01,037    | 11° 28,828     | Blåmussla   | 80     | Dykning                     | 4 april. 2012        |
| 2     | Råbbevik              | Påverkad       | 58° 01,478    | 11° 29,172     | Blåmussla   | 72 x 2 | Musselramar                 | 23 nov - 16 dec 2011 |
| 3     | Koön                  | Påverkad       | 58° 01,820    | 11° 30,216     | Blåmussla   | 72 x 2 | Musselramar                 | 23 nov - 16 dec 2011 |
| 3     | Koön                  | Påverkad       | 58° 01,835    | 11° 30,253     | 57 musslor  | 57     | Plockade från rep under boj | 10 nov. 2011         |
| 3     | Koön                  | Påverkad       | 58° 01,747    | 11° 30,469     | Ytsediment  | 2 hugg | Van Veen <sup>a</sup>       | 1 nov. 2011          |
| 3     | Koön                  | Påverkad       | 58° 01,834    | 11° 30,216     | Blåmussla   | 50     | Plockade för hand           | 31 maj. 2012         |
| 3     | Koön                  | Påverkad       | 58° 01,747    | 11° 30,469     | Ytsediment  | 2 hugg | Van Veen                    | 31 maj. 2012         |
| 4     | Kyrkesund Nord        | Påverkad       | 58° 02,197    | 11° 30,166     | Blåmussla   | 100    | Bottenskrapa                | 15 okt. 2011         |
| 5     | Bö Klåva              | Påverkad       | 58° 02,712    | 11° 30,283     | Blåmussla   | 72 x 2 | Musselramar                 | 23 nov - 16 dec 2011 |
| 5     | Bö Klåva              | Påverkad       |               |                | Tånglake    | 50     | Ryssja                      | höst 2011            |
| 5     | Bö Klåva              | Påverkad       | 58° 02,772    | 11° 30,584     | Ytsediment  | 1 hugg | Van Veen                    | 1 nov. 2011          |
| 6     | Kyrkesund Syd         | Påverkad       | 58° 00,739    | 11° 30,800     | Blåmussla   | 72 X 2 | Musselramar                 | Förlorade            |
| 6     | Kyrkesund Syd         | Påverkad       | 58° 00,684    | 11° 30,825     | Blåmussla   | 100    | Bottenskrapa                | 15 okt. 2011         |
| 6     | Kyrkesund Syd         | Påverkad       | 58° 01,665    | 11° 30,938     | Ytsediment  | 2 hugg | Van Veen                    | 1 nov. 2011          |
| 7     | Kyrkesund Öst         | Påverkad       | 58° 01,347    | 11° 31,139     | Blåmussla   | 100    | Bottenskrapa                | 15 okt. 2011         |
| REF1  | Ref. Marstrand        | Referens       | 57° 53,485    | 11° 40,051     | Blåmussla   | 80     | Bottenskrapa                | 1 nov. 2011          |
| REF1  | Ref. Marstrand        | Referens       | 57° 53,485    | 11° 40,051     | Ytsediment  | 2 hugg | Van Veen                    | 1 nov. 2011          |
| REF2  | Ref. Lysekil          | Referens       | 58° 16,120    | 11° 25,930     | Blåmussla   | 72 X 2 | Musselramar                 | 23 nov - 16 dec 2011 |
| REF3  | NRM Fjällbacka        | Referens       | 59° 37,980    | 11° 15,687     | Blåmussla   | 50 X 3 | Uttag från Miljöprovbanken  | 2008, 2009 & 2010    |
| REF4  | Ref. Kalvhagefjorden  | Referens       | 58° 13,791    | 11° 24,085     | Blåmussla   | 60     | Plockade för hand           | 30 maj. 2012         |
| REF4  | Ref. Kalvhagefjorden  | Referens       | 58° 13,989    | 11° 23,922     | Ytsediment  | 2 hugg | Van Veen                    | 30 maj. 2012         |

Lokalerna för insamling av biologiskt material valdes i en gradient från var oljan var som mest koncentrerad i mängd samt uppehållstid i vattnet innan den avlägsnades. Proverna skickades till ALS Scandinavia AB för kemiska analyser i slutet på 2011 och uppföljande prover från två lokaler (station 1 & 3) i maj 2012.

Ytterligare prover av blåmusslor erhöles även från miljöprovbanken (MPD) vid Enheten för miljögiftsforskning (Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, NRM) för åren 2008-2010. Blåmusslor insamlas årligen inom den nationella miljöövervakningen från bl.a. Fjällbacka på västkusten och är avsedda att användas som referens vid exempelvis oljeolyckor (Gustavsson et al 2009). Länsstyrelsen



ansökte och beviljades uttag från miljöprovbanken och prover (blåmusselvävnad) skickades för analys från NRM i april 2012.

Inom Bohuskustens Vattenvårdsförbunds kustkontrollprogram (delprogram Miljögifter) provtas sediment och biota vart 5e år för att undersöka ev. effekter av miljögifter ([www.bvvf.se](http://www.bvvf.se)). Senaste provtagning var under hösten 2011 vilket sammanföll med oljepåslaget på Tjörn, dock innefattar inte programmet några fasta provtagningslokaler inom det drabbade området. Halter från detta kontrollprograms provtagningar av sediment längs kusten användes i aktuell miljökontroll på Tjörn som jämförande halter till analysresultaten för sediment. Jämförande halter från MPD:s musslor (år 2008-2010) samt från referensstationer utanför påverkat område (2011 & 2012) användes för blåmusslor.

Det ursprungliga upplägget av studien var att samla in blåmusslor och ytsediment från 7 lokaler i det ansatta området i en gradient av oljepåverkan samt från en referenslokal i ett icke oljepåverkat område.

Dock visade det sig under första insamlingsomgången i början på oktober 2011 att det var stor brist på blåmusslor i området och det gick endast att skrapa upp tillräckligt många musslor på tre lokaler. Därför sattes även musslor ut i ramar (Fig. 3) för exponering i vattnet under tre veckor. Antalet dagar är valt efter musslors kapacitet att metabolisera (bryta ner) oljekolväten samt ackumulera miljögifter. Exempelvis så är den normala halveringstiden för avgiftning av Naftalen (som är ett lättare, flyktigt kolväte) i blåmussla ca 40 dagar och det är ungefär samma tid som det tar till maximal ackumulering. Om man då vill mäta maximalt upptag i fält även av de lättare oljekolvätena så ska inte exponeringen ute överstiga 40 dagar (Granmo pers. komm.)

Musslorna till ramarna erhöles från musselodling som inte var påverkad av oljepåslaget och i varje ram placerades 72 musslor. Två ramar per lokal vid 4 lokaler förankrades i botten med ramen en bit ovanför botten. Trots flera stormar under perioden återfanns alla utom två, vid lokal 6, efter de tre veckorna.



Figur 3 visar exempel på hur en musselram ser ut. Musslorna sitter i nätstrumpor enskilda på rad för likvärdig exponering av omgivande vatten. Bilden till vänster är inte tagen från det aktuella området på Tjörn.

Ett ytterligare problem vid insamling var att de flesta provtagningslokaler visade sig ha ett bottensubstrat som var hårt eller med inslag av sand och skalgrus. Ytsedimentprover insamlades sammanlagt från 3 lokaler i området lokal 3,5 och 6 (Fig. 2, Tabell 1).

Tånglake insamlades med hjälp av ålryssjor. Ett samlingsprov på ca 50 individer togs i områdets norra del, vid lokal 5 Bö Klåva, för analys av oljekolväten. Olyckligt nog visade det sig att laboratoriet använde för höga detektionsgränser och således blev denna del av analyserna oanvändbar. Dess analysrapport finns därför endast med i Bilaga 5 och diskuteras inte i för övrigt i rapporten.

#### **4.1.1. Blåmussla**

Blåmussla (*Mytilus edulis*) är en av de vanligaste organismerna som används för övervakning av miljögifter i biota både nationellt och internationellt (Cato 2006) och rekommenderas av Naturvårdsverket som indikatorart för oljeföroreningar (Rodhe 2007). Fördelarna med att använda blåmusslan för detta syfte är flera. Blåmusslan är vanligt förekommande art längs svenska västkusten och är en stationär art vilket gör att den speglar miljögiftsbelastningen i ett mindre, avgränsat område. Musslan är väl studerad vad gäller bl.a. upptag och eliminering av oljekolväten. Musslorna är filtrerare vilket gör att de får i sig både de ämnen som finns i vattenfas men även de ämnen som binder in till partiklar som de får i sig med vattnet.

Dock har de ett dåligt avgiftningssystem för oljekolväten (saknar enzymsystemet P-450) och dessa ackumuleras (lagras) i blåmusslornas vävnader som man sedan kan analysera.

Analys av oljekolväten i blåmussla har använts vid oljeolyckor runt om i världen. Det gäller bl.a. undersökningarna efter oljeutsläppet från den förlista tankbåten Exxon Valdez i Alaska 1989, i samband med förlisningen av tankbåten Erika utanför Spaniens kust 1999 samt vid uppföljningen av effekter efter oljeutsläpp från Baltic Carrier i Danmark 2001, Full City 2009 och Godafoss 2011 i Norge (Havsforskningsinstitutet 2009-2010, Norconsult 2011).

Vid Tjörn samlades musslor in på ett varierande djup pga bristen på musslor från samtliga lokaler (se Tabell 1). Rekommenderad tidpunkt för insamling är i perioden slutet av september - december då musslorna är fysiologiskt stabila, vilket sammanfaller med oljepåslagets tidpunkt.

#### **4.1.2. Sediment**

Även ytsediment används vid undersökningar av miljögifter och ingår bl.a. i ett omfattande miljögiftsprogram inom Bohuskustens Vattenvårdsförbunds (BVVF) kustkontrollprogram (Cato 2006). Nationellt och internationellt används undersökning av oljekolväten i sediment vid oljeutsläpp exempelvis vid uppföljande studier efter oljeutsläppet från Godafoss 2011 i Norge (Havsforskningsinstitutet 2011).

Oljekolväten är opolära föreningar och binder snabbt till partiklar och organiskt material och kan på så sätt sjunka till botten och anrikas i sedimenten.

I det ansatta området i Tjörns kommun är bottensubstratet varierande med hårda bottenar, sand- och skalgrusbottenar samt finsediment främst i grunda vikar.



Ytsediment (0-2 cm) kunde erhållas från 3 lokaler i området med två replikat från varje lokal med varierande djup (mellan ca 3-4,7 m). I resultaten är halterna ett medelvärde av replikaten per lokal.

Som bakgrundshalter vid jämförelser av analys svaren användes bl.a. BVVF:s provtagningsvärden längs kusten från 1995-2010.

#### **4.1.3. Fisk**

Inom BVVFs kustkontrollprogram samt det nationella programmet för undersökning av miljögifter i biota tas även prover på Tånglake (*Zoarces viviparus*) längs västkusten. Ett samlingsprov på ca 50 individer fångades med ryssja vid en lokal (Lokal 5, Bö Klåva) i det drabbade området vid en utökad insats inom kustkontrollprogrammets insamling av tånglake som pågick under hösten 2011.

Olja kan snabbt ackumuleras i fisk men fiskarna har en avsevärd förmåga att metabolisera (bryta ner) oljekolväten via enzym systemet P-450 vilket gör att föroreningarna inte anrikas i näringskedjan.

## **4.2 Analyser och tillståndsbedömning**

En god indikator på oljeförorening i marin miljö är förhöjda halter av polycycliska aromatiska kolväten (PAH:er) eller ”oljekolväten”. PAH:er är en stor grupp som omfattar flera hundra ämnen. PAH:er fettlösliga, ofta stabila och i en del fall bioackumulerande. Många är också klassificerade som cancerframkallande exempelvis Bens(a)pyren.

PAH:er är opolära föreningar som binder snabbt till partiklar och organiskt material och kan på så sätt sjunka till botten och lagras i sedimenten. Högre organismer kan bryta ner PAH till vattenlösliga komponenter som sen utsöndras lättare och relativt snabbt. Av denna anledning är PAH bara bioackumulerande i vissa fall. Vissa marina organismer saknar dock denna nedbrytande förmåga, vilket leder till högre halter av PAH i dessa. Bland annat ansamlas PAH:er i ryggradslösa marina organismer t.ex. i blåmusslor (Martinez-Gomez 2010).

PAHer har analyserats i blåmussla från bl.a. Väderöarna på västkusten sedan 1980-talet. Sedan 2003 ingår PAHer i den nationella marina miljöövervakningen.

Analyserna i denna studie utfördes på musselvävnad, ytsediment samt muskelvävnad från tånglake med avseende på innehåll av polycycliska aromatiska kolväten (PAH16, alkylerade PAHer samt alifat- och aromatfraktioner). I Bilaga 4 återfinns alla de ämnen som analyserades. För samtliga analys svar se Bilaga 5.

Statens forurensningstilsyn, SFT, i Norge har utarbetat en klassificering av föroreningsnivåer i marin miljö för oljekolväten i blåmussla och sediment (både för summan av halter för PAH16 men även för enskilda ämnen som ex. Bens(a)pyren). Klassificeringen är indelad i 5 klasser med tillhörande färger enligt Tabell 2. Enligt Havs och Vattenmyndighetens Oljejour (SWEKO) går det att använda den norska klassificering på västkusten då förhållanden runt Tjörn motsvarar den norska marina miljön (Fogelberg pers komm. augusti 2012).

Det finns även EU-gemensamma gränsvärden, EQS-värden (Environmental Quality Standards) för vissa farliga kemiska ämnen. Dessa prioriterade ämnen (enligt direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG) ses över och revideras vart fjärde år och de aktuella gränsvärden som använts i denna studie för oljekolväten i blåmusslor återfinns i det senaste förslaget på uppdateringar. Det är viktigt att påpeka att dessa gränsvärden inte är fastslagna i dagsläget (aug 2012) då de är ute på remiss (COM 2011) men att detta är det senaste att tillgå vid bedömningar.

För oljekolväten i sediment finns inte motsvarande EQS-värden. Rekommenderade halter från OSPAR finns för sediment (OSPAR 2004) s.k. EAC-värden (Environmental Assessment Criteria). Övre och nedre riktvärde enligt EAC ligger för exempelvis ämnen Pyren mellan 0,05- 0,5 mg/kg torrsvikt (TS) samt för Bens(a)pyren 0,1- 1,0 mg/kg TS. Förklaring av de nedre och övre riktvärdena återfinns i faktaruta 1.

I avsaknad av svenska gränsvärden för sediment har Naturvårdsverket tagit fram ett underlag som kan användas vid bedömning av ett kustområdes tillstånd med avseende på ett visst ämne i sediment (Naturvårdsverket 2011). Dessa halter och klassgränser är inte kopplade till några effektbaserade värden, utan visar fördelningen av miljögiftshalter i svenska sediment uppdelade i 5 klasser där klass 5 är mycket hög halt.

Faktaruta 1:

#### **Tolkning av EAC värden (Environmental Assessment Criteria)**

- i. under det lägsta EAC-värdet ➡ uppmätta föroreningskoncentrationen bör inte ge upphov till några biologiska effekter. Inga åtgärder krävs, övervakning kan minska eller upphöra
- ii. mellan det nedre och övre EAC-värdet ➡ biologiska effekter är möjliga (ex. försämrad tillväxt, reproduktionsskador). Förslag på åtgärder kan vara att identifiera orsakerna till förhöjd nivå(er), erhålla expertbedömning för vad halter kan ha för betydelse, kontrollera trender och variationer eller initiera utökad övervakning
- iii. över det högsta EAC-värdet ➡ ger sannolikt långsiktiga biologiska effekter (ex. försämrad tillväxt, reproduktion och överlevnad) samt akut biologiska effekter (överlevnad). Lämpliga åtgärder kan innebära exempelvis ytterligare analys för att verifiera resultaten, identifiera orsak(er) för förhöjda halter, ytterligare övervakning för specifika förhöjda föroreningsämnen

Vid utvärdering av analysresultaten i denna studie användes de norska bedömningsgrunderna samt aktuella gränsvärden för prioriterade ämnen (COM 2011) för blåmussla samt EAC-värden för sediment. De svenska bedömningsgrunderna för organiska miljögifter är under bearbetning och revidering.

Tabell 2. Norska tillståndsklasser för förorening i blåmussla och sediment (blåmussla SFT 1997; sediment SFT 2007). Enheten för blåmussla är mg/kg våtvikt (vv) och för sediment mg/kg torrsubbans (ts).

| Status                   | God     | Mindre God  | Måttlig    | Dålig     | Mycket dålig |
|--------------------------|---------|-------------|------------|-----------|--------------|
| Påverkan                 | Ingen   | Liten       | Måttlig    | Betydande | Kraftig      |
| <b>Blåmussla</b>         |         |             |            |           |              |
| PAH16 (mg/kg vv)         | <0,05   | 0,05-0,2    | 0,2-2,0    | 2,0-5,0   | >5,0         |
| Benso(a)pyren (mg/kg vv) | <0,001  | 0,001-0,003 | 0,003-0,01 | 0,01-0,03 | >0,03        |
| <b>Sediment</b>          |         |             |            |           |              |
| PAH16 (mg/kg ts)         | <0,3    | 0,3-2,0     | 2,0-6,0    | 6,0-20    | >20          |
| Benso(a)pyren (mg/kg ts) | <0,006  | 0,006-0,42  | 0,42-0,83  | 0,83-4,2  | >4,2         |
| Pyren (mg/kg ts)         | <0,0052 | 0,0052-0,28 | 0,28-2,8   | 2,8-5,6   | >5,6         |

## 4.2 Resultat

Analysresultaten visade att lokal 1 (Härön) var kontaminerade m.a.p. oljekolväten i blåmussla och sediment samt att lokal (Koön) var kontaminerad m.a.p. oljekolväten i blåmussla efter första provtagningsomgången 2011. Uppföljande provtagningar under april-maj 2012 vid dessa två lokaler visade att samtliga halter av tidigare förhöjda ämnen i blåmussla nu var låga enligt gällande riktvärden. Vid lokal 3 återfanns fortfarande höga halter av Pyren och Bens(a)pyren i sediment. Bens(a)pyren är klassat som mycket giftigt för vattenlevande organismer (R-50/53) och kan orsaka skadliga långtids effekter i vattenmiljön enligt säkerhetsdatablad för Bens(a)pyren (Bilaga 6).

### Blåmussla

En översikt på analysresultatet för halterna av Bens(b)fluoranten, Bens(a)pyren samt summan av PAH16 i blåmussla visas i Tabell 3. Enligt de norska bedömningsgrunderna var lokal 1 betydande förorenat med avseende på Bens(a)pyren. Lokal 3 var måttligt påverkad. Ingen klassning för Bens(b)fluoranten finns.

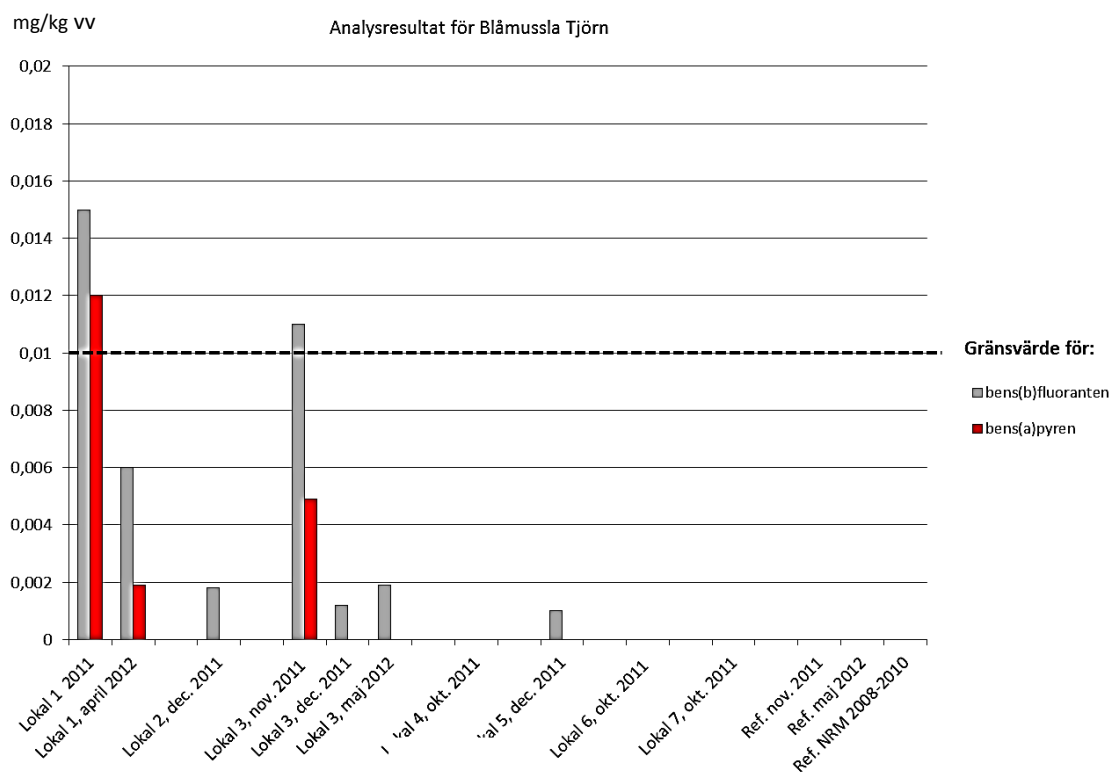
Överskridande EQS-värden återfanns m.a.p. Bens(a)pyren och Bens(b)fluoranten i blåmussla vid lokal 1 och för Bens(b)fluoranten på lokal 3 i november 2011 (Fig.

4). Musslorna från dessa två områden var tagna på ett mer ytligt djup (1.5-3 m) än övriga musslor i det drabbade området. Vid uppföljande provtagning i april 2012 var samtliga halter av oljekolväten från dessa två lokaler under gällande riktvärden.

Tabell 3. Halter av Bens(b)fluoranten, Bens(a)pyren samt summa PAH16 i blåmussla. Färgerna visar statusklassningen enligt norska bedömningsgrunder (SFT 1997). Fetmarkerade halter visar överskridna halter enligt EU:s gemensamma gränsvärden (EQS) för prioriterade ämnen i musslor. Lokal 1 är Rockevik på Härön och lokal 3 är Koön.

| Lokal               | Område       | Provtagning | PAH-halter, mg/kg våtvikt |               |               |
|---------------------|--------------|-------------|---------------------------|---------------|---------------|
|                     |              |             | Bens(b)fluoranten         | Bens(a)pyren  | PAH summa 16  |
| 1                   | Oljepåverkat | nov. 2011   | <b>0,015*</b>             | <b>0,012*</b> | 0,113         |
| 1                   | Oljepåverkat | apr. 2012   | 0,006                     | 0,0019        | 0,063         |
| 2                   | Oljepåverkat | dec. 2011   | 0,0018                    | <0.001        | 0,0347        |
| 3                   | Oljepåverkat | nov. 2011   | <b>0,011*</b>             | <b>0,0049</b> | 0,162         |
| 3                   | Oljepåverkat | dec. 2011   | 0,0012                    | <0,01         | <b>0,0238</b> |
| 3                   | Oljepåverkat | maj. 2012   | 0,0019                    | <0.001        | 0,017         |
| 4                   | Oljepåverkat | okt. 2011   | <0.0010                   | <0.000        | 0,0132        |
| 5                   | Oljepåverkat | dec. 2011   | 0,001                     | <0.001        | 0,0221        |
| 6                   | Oljepåverkat | okt. 2011   | <0,01                     | <0,01         | <0,01         |
| 7                   | Oljepåverkat | okt. 2011   | <0.0010                   | <0.001        | <b>0,039</b>  |
| Marstrand           | Referens     | nov. 2011   | <0,01                     | <0,01         | <0,01         |
| Lysekil             | Referens     | dec. 2011   | 0,0019                    | <0.001        | 0,0323        |
| Gåsö                | Referens     | maj. 2012   | <0.0010                   | <0.001        | 0,0052        |
| Fjällbacka Provbänk | Referens     | 2008-2010   | <0.0010                   | <0.001        | 0,0025        |

\* Överskrider EQS för blötdjur (0,01 mg/kg vv) enligt EU



**Figur 4.** Halter av Bens(b)fluoranten och Bens(a)pyren i musslor vid alla analyserade lokalerna där halter överskreds (enligt EU:s gemensamma gränsvärden för PAHer i musslor) EQS vid lokal 1 (Rockevik på Härön) och lokal 3 (Koön) 2011 men där halterna ligger under gränsvärdet i uppföljande provtagning i april-maj 2012.





## Sediment

En översikt på analysresultaten för halterna av Bens(a)pyren, Pyren samt summa av PAH16 i sediment visas i Tabell 4. Som jämförande exempel ser man bl.a. att Brofjorden inom BVVFs kustkontrollprogram har förhöjda PAH-värden. Detta är ett hamnområde med mycket fartygstrafik. 3 av BVVFs referenslokaler har valts för att kunna jämföra aktuella "bakgrundshalter" längs kusten. Totalt provtas 36 lokaler längs kusten inom detta program och dessa tre representerar "spannet" av halter inom programmet.

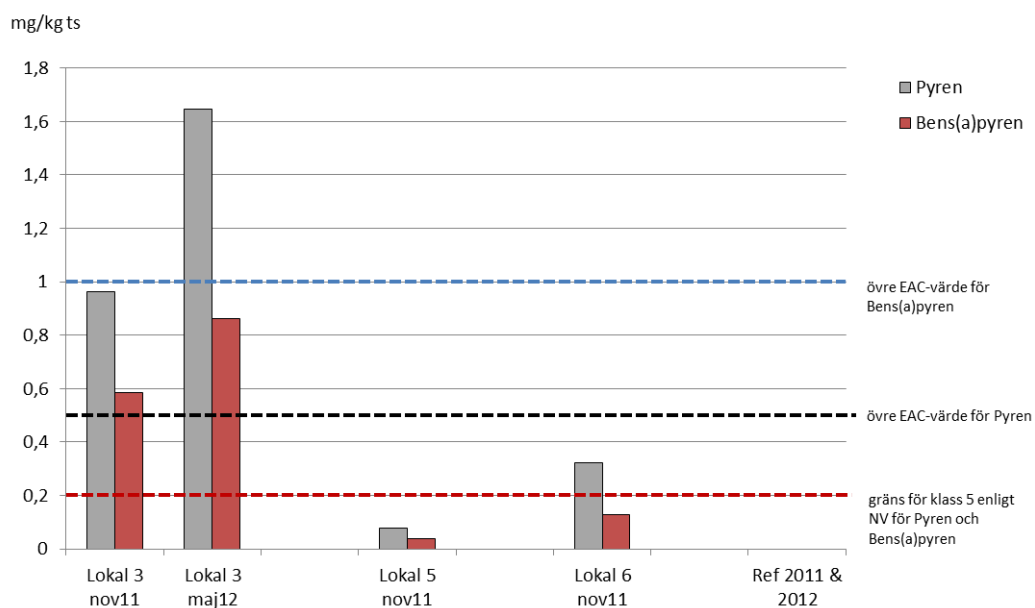
Analysresultaten från Lokal 3 (Koön) visade höga halter av Pyren och Bens(a)pyren i sediment under första provomgången hösten 2011. Enligt OSPARs rekommenderade EAC-värde för Pyren (0,05- 0,5 mg/kg TS), överskreds denna både under första samt uppföljande provtagning i maj 2012 (Fig. 5). Halten Pyren vid lokal 3 gick från 1,0 mg/kg torrsubstans (TS) i november 2011 till 1,6 mg/kg TS i maj 2012 vilket är en måttlig föroreningsnivå enligt den norska tillståndsklassificeringen för Pyren.

Halten av Bens(a)pyren i sediment vid Lokal 3 ökade från 0,6 mg/kg TS i november 2011 till 0,9 mg/kg TS i maj 2012 och kan ha en betydande påverkan på bottenmiljön enligt de norska bedömningsgrunderna. Rekommenderade riktvärde för Bens(a)pyren enligt OSPAR (senaste uppdatering 2004) är 0,1- 1,0 mg/kg TS. Övriga PAH:er som hade förhöjda värden men ej överskridande gränsvärden (mellan nedre och övre EAC-värde för respektive ämne) var Fenantren, Bens(a)antracen och Krysen.

Enligt Naturvårdsverkets statistiska tillståndsklassning av organiska miljögifter i sediment är halterna av Bens(a)pyren och Pyren mycket höga (klass 5, >0,4 mg/kg TS).

Tabell 4. Halter av Bens(a)pyren, Pyren samt summa PAH16 i sediment i mg/kg torrsubstans (TS). Färgerna visar statusklassningen enligt norska bedömningsgrunder (SFT 2007). Fetmarkerade värden visar mycket höga halter (klass 5) enligt Naturvårdsverkets statistiska tillståndsklassning av organiska miljögifter i sediment. Lokal 3 är Koön.

| Lokal                 | Område       | Provtagning | PAH-halter, mg/kg torrsvikt |            |              |
|-----------------------|--------------|-------------|-----------------------------|------------|--------------|
|                       |              |             | Bens(a)pyren                | Pyren      | PAH summa 16 |
| 3                     | Oljepåverkat | nov. 2011   | <b>0,6</b>                  | <b>1,0</b> | 6,3          |
| 3                     | Oljepåverkat | maj. 2012   | <b>0,9</b>                  | <b>1,6</b> | 10           |
| 5                     | Oljepåverkat | nov. 2011   | 0,04                        | 0,08       | 0,4          |
| 6                     | Oljepåverkat | nov. 2011   | 0,1                         | <b>0,3</b> | 1,6          |
| Marstrand Ref 1       | Referens     | nov. 2011   | <0,050                      | <0,050     | <0,050       |
| Kalvhagefjorden Ref 2 | Referens     | maj. 2012   | <0,050                      | <0,050     | <0,050       |
| Fjällbacka BVVF Ref 3 | Referens     | höst 2011   | 0,01                        | 0,03       | 0,6          |
| Brofjorden BVVF Ref 4 | Referens     | höst 2011   | 0,06                        | <b>0,4</b> | 5,1          |
| Vinga BVVF Ref 5      | Referens     | höst 2011   | 0,02                        | 0,04       | 0,8          |



Figur 5. Halter och gränsvärden/riktvärden för Pyren och Bens(a)pyren i sediment. Enligt den statistiska tillståndsklassningen enligt Naturvårdsverket är dessa halter vid lokal 3 (Koön) mkt höga (klass 5). Halterna från referensområdena var mycket låga och noteras ej därför som staplar i figuren. Lokal 3 är Rockevik på Härön, lokal 5 är Bö Klåva och lokal 6 är Kyrkesunds södra. Vid dessa tre lokaler återfanns finsediment för analyser.



Bilden är tagen från lokal 3, Koön, kort tid efter upptäckten av oljepåslaget. Foto: Carl-Ian Bissmark, Räddningstjänst Tjörn.

## 5. Slutsats och fortsatt arbete

---

Mellan den 15 oktober och 16 december 2011 provtogs musslor från 7 lokaler i det oljedrabbade området på Tjörn samt från två referenslokaler. Lokal 1 (Rockevik på Härön) och Lokal 3 (Koön) var kontaminerade med avseende på oljekolväten (PAHer) i blåmussla efter oljepåslaget. Dessa lokaler bedömdes ha en mindre god till dålig status enligt de norska tillståndsklasserna för förorening i blåmussla efter första provtagningsomgången hösten 2011. Vid uppföljande analyser av musslor från dessa två lokaler i april-maj 2012 kunde inga överskridande aktuella riktvärden i blåmussla noteras. Den nedåtgående trenden av oljekolväten i musslor tyder på att dessa PAHer inte längre finns kvar som biotillgängliga i vattenpelaren.

I provtagningsområdet provtogs även ytsediment från tre lokaler (Lokal 3 Koön, Lokal 5 Bö Klåva samt Lokal 6 södra Kyrkesund). I sedimentanalyserna från Lokal 3 återfanns höga halter av Pyren och Bens(a)pyren i november 2011 och en ökning i dessa halter vid den uppföljande provtagningen i maj 2012. Enligt de norska tillståndsklasserna för förorening i sediment bedöms Lokal 3 (Koön) ha en måttlig till dålig status, dvs. föroreningshalten kan ge en måttligt till betydande påverkan på bottenmiljön.

Länsstyrelsen rekommenderar att Tjörns kommun, i samråd med Länsstyrelsen, följer upp de förhöjda halterna av Pyren i sedimenten vid lokal 3 (Koön). Man bör även ta ytterligare sedimentprover norr om det drabbade området, då ämnen kan sprida sig med strömmar och ansamlas på botten längre norrut, samt referensprover från opåverkat område under hösten 2012.

Trots omfattning och mängd olja i området samt förhöjda halter av PAHer kan man anta att den totala biologiska kortsiktiga påverkan i den marina miljön kommer bli begränsad. Det är dock inte möjligt att i dagsläget avgöra huruvida oljan kommer ha en långsiktig påverkan i den marina miljön eller inte.

Vid Lokal 1, den s.k. ”Ursprungsviken” på västra Härön (Rockevik) har en klippvägg samt två stenblock valts ut i samarbete med Tjörns kommun. Dessa är planerade att följas upp visuellt med avseende på naturlig nedbrytning av olja under ca 1-2 år av Tjörns kommun i samarbete med Länsstyrelsen. Blåmusslor utanför viken är även planerade att provtas vid varje återbesök med avseende på eventuell förorening av oljekolväten från den olja som är kvar i denna vik.

## 6. Referenser

---

- Bissmark C-I, Räddningstjänsten Tjörn, Tjörns kommun 2012. *Utvärdering av räddningstjänstens insats vid oljeutsläppet 2011.*
- Cato I., 2006. *Miljökvalitet och trender i sediment och biota utmed Bohuskusten 2000/2001 - en rapport från sju kontrollprogram.* SGU Rapporter och meddelanden 122
- Edlund, A., Norqvist, A., Roffey, R., Fredriksson, S., 1985. *Mikrobiell nedbrytning av olja i marin miljö.* Försvarets forskningsanstalt.
- Forsman, B., 1997. *Oljan är lös- Handbok i kommunalt oljeskydd.* Räddningsverket, Karlstad.
- Förlin L., 2008. *Miljögifters effekter hos tånglake längs Bohuskusten 2006.* Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet. På uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund
- Gustavsson N. 2011. *Insamling och provbankning av blåmussla 2010.* Naturhistoriska Riksmuseet, Enheten för miljögiftsforskning. Rapport nr 10:2010.
- Gustavsson N., Danielsson S., Nyberg E., Rapport nr 2:2009. Naturhistoriska Riksmuseet 2009. *Förslag på lokaler till referensnät för insamling av blåmussla för uppföljning av oljeutsläpp till sjöss.*
- Havet 2010. Boalt, Nyberg, Bignert. Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm. *PAH-halter varierar mellan år.*
- Havsforskningsinstitutet, Augusti 2010. *Undersökelse av oljeforurensning i marint miljö efter havariet av lasteskipet "Godafoss".* Rapport utarbetad på uppdrag för Kystverket.
- Havsforskningsinstitutet 2010. *Oppföljningsundersökelse av forurensning i blåskjell ved lasteskipet "Full City" –Rapport 3.* På uppdrag för Kystverket.
- Joydas T.V., Quarban M.A., Al-Suwailem A., Krishnakumar P.K., Nazeer Z. 2012 *Macrobenthic community structure in the northern Saudi waters of the Gulf, 14 years after the 1991 oil spill.* Marine Pollution Bulletin 64 (2012) 325-335.
- Martinez-Gomez, Vethaak, Hylland, Burgeot, Köhler, Lyons, Thain, Gubbins & Davies 2010. *A guide to toxicity assessment and monitoring effects at lower levels of biological organization following marine oil spills in European waters.* International Council for the Exploration of the sea, Oxford Journals.
- Naturvårdsverket 1990. *Effekter av kontinuerliga utsläpp av olja till den akvatiska miljön* (Pettersson & Broman)
- Naturvårdsverket 2009. *Åtgärdsprogram för Ostronört 2009-2013 (Mertensia maritima).* Rapport 5971, juni 2009.
- Naturvårdsverket 2011. *Bedömningsgrunder för miljökvalitet Kust och hav (rapport 4914) - Ändringar i Tabell 30 Tillståndsklassificering av organiska miljögifter i sediment från ackumulationsbottnar i svenska havsområden.*

Naturvårdsverket 2005. Programområde Kust och Hav. *Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp; Sediment – basundersökning*. Version 1:1: 2005-12-12

Naturvårdsverket 2009. Programområde Kust och Hav. *Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp; Metaller och organiska miljögifter i fisk*. Version 1:1: 2009-03-31.

Naturvårdsverket 2009. Programområde Kust och Hav. *Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp; Metaller och organiska miljögifter i blåmussla*. Version 1:0: 2009-03-31.

Norconsult, Juni 2010. Undersøkelser av olje i sediment i friluftslivsområdet Krogshavn og Langesund Bad etter havariet av Full City. 5014575. På oppdrag for Kystverket.

OSPAR Commission, 2004: *OSPAR/ICES Workshop on the evaluation and update of background reference concentrations (B/RC, table 7.2) and ecotoxicological assessment criteria (AECs, Annex IV) and how these assessment tools should be used in assessing contaminants in water, sediment and biota*.

OSPAR 2004. *Guidelines for monitoring the Environmental Impact of Offshore Oil & Gas Activities*. Oslo & Paris Commissions, London. Ref. 2004-11 E.

Remiss prioriterade ämnen: COM(2011). Bryssel 31/1/2012, 876 final. *Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område*.

Rodhe J., Naturvårdsverket 2007. Skrivelse 2007-12-20. *Återrapportering angående förslag till miljöövervakningsplan för att snabbt kunna säkra data vid oljeutsläpp till sjöss och möjliggöra en kontinuerlig och långsiktig uppföljning av miljöeffekterna*.

SFT Statens forurensningstilsyn 2007. *Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment*. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter TA-2229/2007.

#### **Hemsidor:**

SWECO 2012. Havs och vattenmyndighetens Oljejour SWECO

<http://www.sweco.se/sv/Sweden/Temp/Oljejouren/>

Stena Recycling AB Göteborg [www.stenarecycling.se](http://www.stenarecycling.se)

<http://stenarecycling.se/Nyheter-och-media/Nyhetsarkiv/Stena-tar-hand-om-olja-fran-utslappet-pa-Tjorn>

#### **Personlig kommunikation/expertrådgivning:**

- Fredrik Gunnarsson, Ekotoxikolog, Länsstyrelsen Västra Götalands län
- Prof. Åke Granmo, Göteborgs Universitet
- Dr. Ida-Maja Hassellöv, Chalmers, Inst. för Sjöfart och marin teknik
- Filip Lundgren, Kustbevakningsöverinspektör, Biträdande Stabschef, Kustbevakningen Region Sydväst

## 7. Bilagor

---

Bilaga 1: Säkerhetsdatablad för olja typ IF180

Bilaga 2: Sakkunnigutlåtande från SKL oktober 2011

Bilaga 3: Analysresultat från Tjörns kommuns provtagning av oljan april 2012

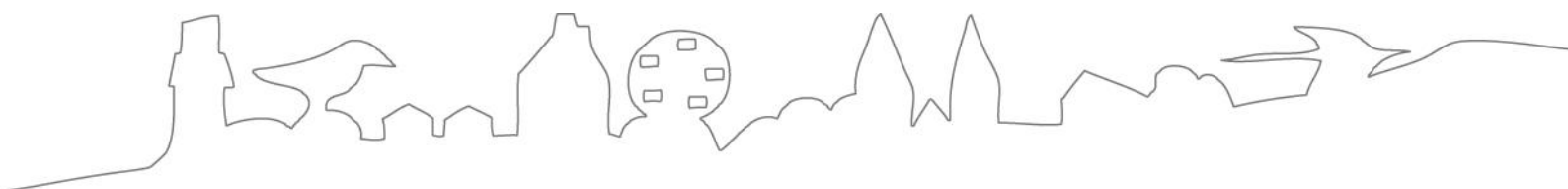
Bilaga 4: Samtliga analyserade ämnen

Bilaga 5: Samtliga analysresultat 2011-2012

Bilaga 6: Säkerhetsdatablad Bens(a)pyren







**LÄNSSTYRELSEN**  
**VÄSTRA GÖTALANDS LÄN**