

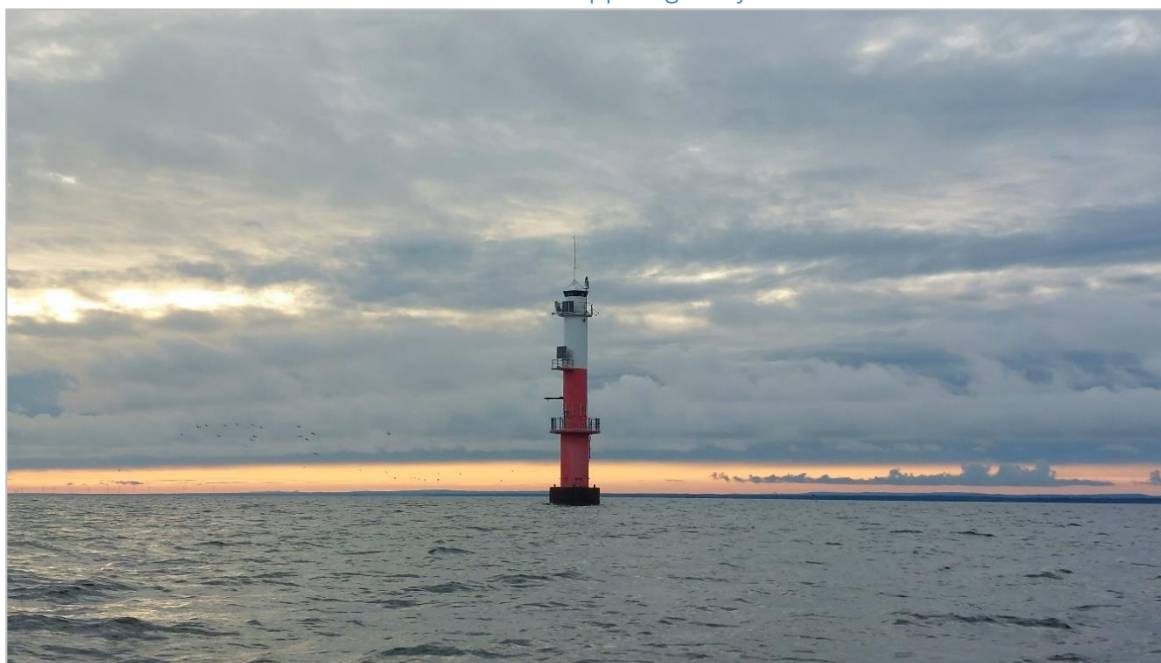


PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Rapport 2025-02-13

Farledsprojekt Umeå, Deluppdrag 9 - Potentiell påverkan på fisk och fiske vid muddringsarbeten i farled samt för nya dumpningsområden, 2023

På uppdrag av Sjöfartsverket och Umeå Hamn AB



Finansieras av
Europeiska unionen



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Adress:
Fredsgatan 1
903 47 Umeå
Sweden.

Telefon:
090-702170
(+46 90 702170)

E-post:
info@pelagia.se

Hemsida:
www.pelagia.se

Författare:
Arvid Ros
Rickard Linderot

Direkt:
090-3496162
Arvid.ros@pelagia.se

Kvalitetsgranskat av:
Kenneth Karlsson

Omslagsbild:
Väktaren (fyr) i farleden utanför
Umeå hamn.

Foto:
Jessica Bouron

Kartor:
Lantmäteriets öppna data. Om inget
annat anges.

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1 Bakgrund.....	5
2 Genomförande.....	6
3 Resultat och diskussion	7
3.1 Fiskbeståndet inom berörda projektområden	7
3.1.1 Fiskbeståndet.....	7
3.1.2 Effekter av muddringsarbeten.....	8
3.1.3 Tidpunkt för muddring- och dumpningsarbeten.....	10
3.1.4 Lek- och uppväxtområden	14
3.1.5 Yrkesfiske i Umeälvens mynning	17
3.2 Fiskeutredning för dumpningsområden	17
3.2.1 Bedömning av föreslagna dumpningsområden	17
3.3 Sammanfattande diskussion och rekommendationer avseende muddringens genomförande utifrån ett fisk- och fiskeperspektiv	17
Slutsats.....	19
4. Referenser	21

1 Inledning

Sjöfartsverket utför på uppdrag av Trafikverket, och i samarbete med Umeå Hamn AB, Farledsprojekt Umeå, som syftar till förbättrad kapacitet, säkerhet och tillgänglighet för farled och hamnområde i anslutning till Umeå hamn. Föreslagna förbättringsåtgärder innebär att muddring behöver utföras i och utanför nuvarande farled. Detta innebär i sin tur att potentiella dumpningsområden för muddringsmassorna behöver utredas (Figur 1). Utöver detta kommer även nuvarande fast utmärkning samt belysning att rivas, ersättas och/eller förbättras. Farleden är uppdelad i inre och yttre farled (innanför respektive utanför hamnområdesgräns) där Umeå Hamn ansvarar för och bekostar den inre delen och Sjöfartsverket den yttre delen. Sjöfartsverket och Umeå Hamn genomför farledsutredningen med tillhörande tillståndsansökan tillsammans, då det är lämpligt att kunna göra en sammanhållen farledsdesign och likaledes kunna genomföra en samordnad tillståndsprocess där samtliga åtgärder och konsekvenser redovisas och kan bedömas samlat.

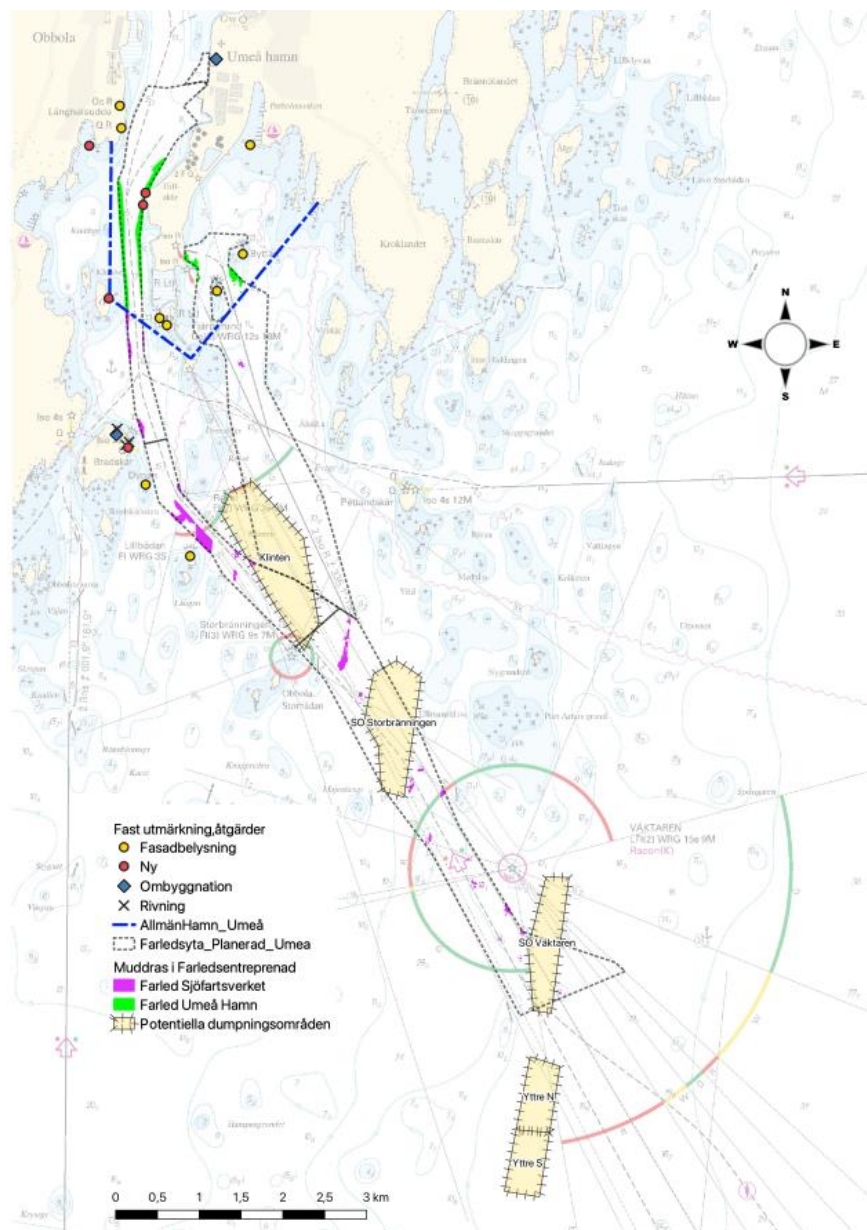


Figur 1. Översiktsskarta över planerade muddrings- och dumpningsområden i farled samt hamnområde.

Pelagia Nature & Environment AB (fortsättningsvis Pelagia) har fått i uppdrag av Sjöfartsverket och Umeå Hamn att utföra biologiska undersökningar i farled samt hamnområdet. Undersökningarna kommer att tjäna som underlag i tillståndsansökan för den vattenverksamhet som planeras och vilka skyddsåtgärder som bör vidtas. En del av uppdraget var att utreda påverkan på fisk och yrkesfiske vid muddring i farled samt för dumpningsområden genom en skrivbordsstudie.

1.1 Bakgrund

Här ges en kortfattad beskrivning av den planerade verksamheten med två föreslagna muddringsscenarion. De olika scenariona innebär att muddringen sker under en respektive två säsonger. Ytan som planeras muddras är totalt cirka 22 ha och muddringsvolymen beräknas till 300 000 m³. Cirka 13 ha (muddringsvolym 200 000 m³) ligger i hamnens område norr om gränsen för allmän hamn (Figur 2) och cirka 9 ha (muddringsvolym 100 000 m³) ligger i farleden söder om gränsen.



Figur 2. Översiktsskarta tillhandahållen av Sjöfartsverket och Umeå Hamn.

Under arbetets gång har ett nytt estimerat påverkansområde tagits fram av Beställare i avsaknad på spridningsmodeller. Denna har använts som grund vid bedömningar av lekplatsområden som kan komma att påverkas av muddring respektive dumpning.

2 Genomförande

Pelagia har genom en litteraturstudie sammanfattat rådande vetenskapligt kunskapsläge om hur vandrande och stationär fisk påverkas i vatten där muddrings- och dumpningsarbeten förekommer. Information om fiskbeståndet i berörda kustområden har erhållits genom sökningar i databaser samt genom fångstresultat från yrkesfiskets journalföring som levereras till Havs och Vattenmyndigheten. Dessutom har information erhållits genom intervjuer med yrkesfiskare i området samt Pelagias egna observationer från tidigare studier år 2019 (Pelagia 2020).

Art- och habitatdirektivet:

EU:s art- och habitatdirektiv (direktiv 92/43/EEG) antogs den 21 maj 1992 för att motverka förlusten av biologisk mångfald. Direktivet förutsätter att såväl arter samt deras livsmiljöer skyddas. Livsmiljöerna som ska skyddas enligt art- och habitatdirektivet inkluderar sådana naturtyper som anses skyddsvärda ur ett europeiskt perspektiv. Dessa livsmiljöer, såsom barrskogar och Östersjöns kustområden, skyddas vanligen genom skapandet av natura 2000 - områden.

De upptagna arterna i art- och habitatdirektivet betraktas likt naturtyperna som skyddsvärda ur ett europeiskt perspektiv. Arterna som direktivet syftar till att skydda delas in i tre kategorier och finns listade i bilaga 2, 4 och 5.

- Arter vars livsmiljö ska skyddas (bilaga 2) genom införandet av Natura 2000 - områden. De arter i denna rapport som finns med i art- och habitatdirektivets bilaga 2 förtecknas med "BII" i fotnot.
- Arter som kräver ett strikt skydd (bilaga 4), exempelvis fridlysning. De arter i denna rapport som finns med i art- och habitatdirektivets bilaga 4 förtecknas med "BIV" i fotnot.
- Arter med behov av förvaltningsåtgärder (bilaga 5) om det finns risk för en minskning av arter på grund av insamling eller annan exploatering. De arter i denna rapport som finns med i art- och habitatdirektivets bilaga 5 förtecknas med "BV" i fotnot.

Rödlistan:

Rödlistan, som tas fram av SLU Artdatabanken, är en sammanställning över arters status i Sverige utifrån den Internationella naturvårdsunionens (IUCN:s) kategorier och kriterier gällande rödlistning. Bedömningen av arters status görs utifrån ett flertal kriterier om populationsminskningar, fragmentering, utbredningsstorlek med mera. Ifall arten inom ett eller flera av kriterierna uppfyller kraven för rödlistning, hamnar arten på rödlistan.

De olika kategorierna för rödlistning syftar till att ge en prognos för arternas risk för att dö ut och är som följer - Nationellt utdöd (RE), Akut hotad (CR), Starkt hotad (EN), Sårbar (VU) och Nära hotad (NT). Ifall arten inte uppnår något av kriterierna för rödlistning, kategoriseras den som Livskraftig (LC). För arter som inte är inhemska, exempelvis regnbåge, används Ej tillämplig (NA) medan arter som ej ännu bedömts hamnar inom Ej

bedömd (NE). Rödlistan kan vara hjälpsam vid att ta fram relevanta naturvårdssatsningar som bidrar till att nå uppsatta mål för biologisk mångfald.

Utifrån detta kunskapsunderlag ges en rekommendation för muddringsarbetets utförande beträffande lämpligheten för studerade scenarier.

3 Resultat och diskussion

3.1 Fiskbeståndet inom berörda projektområden

3.1.1 Fiskbeståndet

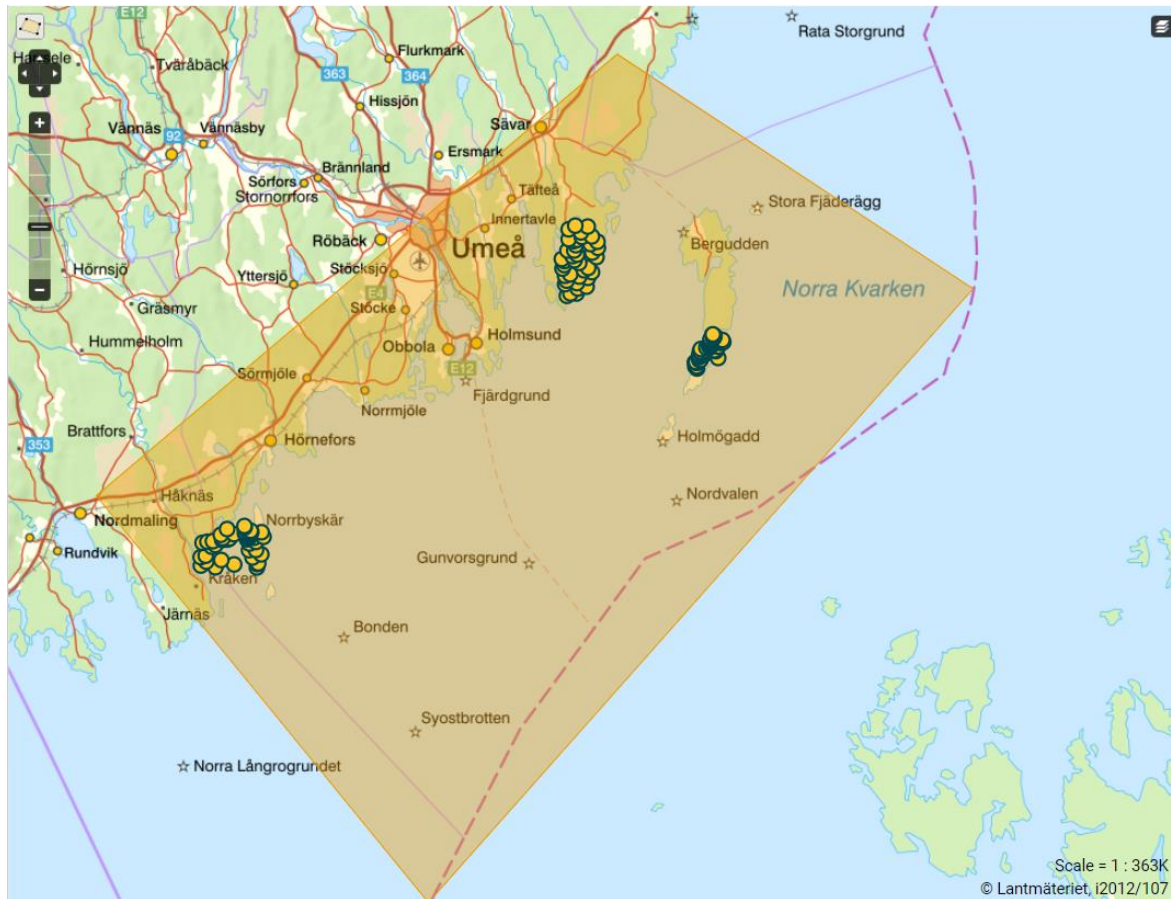
Vid Umeås kustområde finns både stationära arter och vandrande fisk, som tidvis uppehåller sig i området. Beståndet är en blandning av stationära varmvattenarter, mer eller mindre migrerande kallvattenarter, älv-vandrande arter samt periodvis havslevande arter. Dessa omfattar abborre, braxen, flodnejonöga, gärs, gädda, mört, nors, id, stäm, löja, simpa, spigg, tånglake, sik, siklöja, harr, strömming, lake, lax, öring, mindre havsnål samt tobis. Förteckning över fiskarter insamlade från databasen KUL och sökområde för sökning i databasen redovisas i Tabell 1 och Figur 3. Eftersom det finns begränsat med inrapporterat data till nationella databasen (KUL) i direkt anslutning till farleds- och hamnområdet har ett större sökområde vid uthämtning av data använts. De arter som presenteras i inhämtade data förväntas även förekomma inom eller i närheten av hamn och farled.

Tabell 1. Förteckning över fiskarter utifrån databasen KUL (data från provfiske vid kusten). X=Fångad vid provfiske mellan åren 1989–2023. Arterna flodnejonöga och tobis är hämtad från lektidsportalen och ej KUL. Rödlistningskategori samt om arten är upptagen i bilaga 2, 4 eller 5 i art- och habitatdirektivet kan utläsas efter respektive art.

Art	Inhämtad från KUL	Art	Inhämtad från KUL
Abborre ^{LC}	X	Mört ^{LC}	X
Bergsimpa ^{NT}	X	Nors ^{LC}	X
Björkna ^{LC}	X	Regnbåge ^{NA}	X
Braxen ^{LC}	X	Ruda ^{LC}	X
Flodnejonöga ^{LC}		Sik ^{LC, BV}	X
Gädda ^{LC}	X	Siklöja ^{LC, BV}	X
Gärs ^{LC}	X	Skarpsill ^{LC}	X
Gös ^{LC}	X	Stensimpa ^{LC, BII}	X
Harr ^{LC, BV}	X	Storspigg ^{LC}	X
Hornsimpa ^{LC}	X	Strömming ^{LC}	X
Id ^{LC}	X	Stäm ^{LC}	X
Lake ^{VU}	X	Svart smörbult ^{LC}	X
Lax ^{LC, BII, BV}	X	Tobis ^{LC}	
Löja ^{LC}	X	Tånglake ^{LC}	X
Mindre havsnål ^{LC}	X	Öring ^{LC}	X

De fiskarter som är mer stationära i Österfjärden är exempelvis abborre, braxen, gärs, gädda, id, lake, mört, nors, sik, siklöja, simpa, spigg och tånglake. Dock vandrar även flera

av dessa upp i vattendrag för lek under olika perioder under året. Exempel på vandrande fisk är flodnejonöga, harr, lax, öring och nors.



Figur 3. Tillgänglig data från databasen KUL (data för provfiske vid kusten). Ljusbrun polygon anger sökområdet.

3.1.2 Effekter av muddringsarbeten

Nedan ges en bild av kunskapsläget för effekter som kan uppstå på fisk vid muddringsarbeten.

Muddring är ett ingrepp som leder till direkta förändrade förutsättningar för djur och växter. Några exempel på sådana förändringar är en omstrukturering av bottensubstratets sammansättning, struktur och hållfasthet samt ändrade strömförhållanden. Vidare leder den sedimentspridning som sker vid muddring till grumling av vattenmassan vilket innebär en förhöjd partikelkoncentration och där med bland annat en reduktion av ljusinsläpp (Hammar et al., 2009). Sedimentspridningen har stor påverkan då den tillsammans med grumlingen även kan leda till att föroreningar, organiskt material och näringsämnen som varit bundna till sedimentet frigörs. Därtill förekommer även andra stressfaktorer i samband med muddring, såsom till exempel ljudföroreningar (Kjelland et al., 2015; Wenger et al., 2017). Det har framkommit i ett flertal studier att fisk påverkas negativt av buller och vibrationer, framför allt har det visats kunna leda till beteendeförändringar (Johansson et al. 2016; de Jong et al. 2016; Mickle & Higgs 2017).

För samtliga av dessa stressfaktorer finns en risk att de leder till både direkta och indirekta effekter på fisk. Direkta effekter kan vara mortalitet, fysiska skador på framför allt gälar och äggkinnor orsakade av sedimentpartiklar, psykisk stress och beteendeförändringar

(Kjelland et al., 2015; Wenger et al., 2017). Indirekta effekter kan vara minst lika allvarliga som de direkta (Barbier et al., 2011). Exempel på indirekta effekter kan vara minskad bytestillgång (framför allt bottenfauna) eller ett minskat födointag pga. stress orsakat av till exempel ljud. Andra exempel på indirekta effekter kan vara habitatförlust, där till exempel en reducering av växtlighet kan innebära minskad möjlighet till skydd för bytesdjur eller reducerad sikt som t.ex. kan påverka predatorers fångstmekanismer och deras födosök. Förändrade förutsättningar för lekplatser (substrat) är ett annat exempel (Kjelland et al., 2015; Wenger et al., 2017). Många av dessa indirekta effekter kan i sin tur påverka organismers tillväxt, reproduktion och utveckling.

Det finns inga tydliga gränser för när grumling påverkar fisk. För att förutspå eventuella akuta och långtidseffekter på fisk till följd av muddring/dumpning, behöver andelen suspenderat material och varighet av exponering tas i beaktande tillsammans med eventuella direkta och indirekta stressfaktorer. Risken för allvarliga effekter av muddring på fiskesamhällen beror framför allt på intensitet och varaktighet av exponeringen, de olika arternas stresstolerans, sedimenttyp samt de naturliga bakgrundsvärdena av grumlighet för lokalen (Browne, Tay, & Todd, 2015; Erftemeijer & Lewis, 2006; Wilber & Clarke, 2001). Sammantaget är det därför en relativt komplicerad uppgift att förutspå specifika konsekvenser av muddring för en lokal.

Vad gäller utfyllnad i samband med muddringsprojekt är det svårt att förutspå effekterna på fisk, och ingen samlad erfarenhet av i vilken grad vattenmiljön påverkats vid denna typ av anläggningsarbeten tycks finnas. Det är dock rimligt att tänka att liknande effekter som vid muddring kan uppstå. Direkta effekter såsom mortalitet, fysiska skador (framförallt orsakade av sedimentpartiklar), psykisk stress och beteendeförändringar kan väntas. Utöver de direkta effekterna finns det risk för bl.a. habitatförlust och att födosök och födointag påverkas då bottenfaunan och dess habitat försvinner vid en övertäckning. Det innebär också en minskad yta att röra sig på för fisken i och med att områden tas i anspråk (HaV, 2018). Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) har på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten sammanställt det rådande kunskapsläget kring effekterna av grumling på fisk och skaldjur i samband med muddring och dumpning i akvatiska miljöer. Den sammanfattande bilden från deras litteratursammanställning visar att muddringsarbeten med en lägre grumling generellt kan ske under en längre utförandetid medan aktiviteter som resulterar i högre grumling bör ske under kortare utförandetid (Karlsson et al., 2020).

Enligt sammanställningen har få studier visat på direkt negativa effekter av grumling på fisk och skaldjur vid suspenderat material på < 100 mg/l under en exponeringsperiod på max 14 dagar (undantag för pungräkor) eller vid < 1000 mg/l under max 24 timmar. Detta gäller oavsett vatten eller sedimenttyp och för de allra flesta studerade arter och livsstadier, speciellt om vattnet är kallt och syrerikt. Om exponeringstiden ökar till 2 – 4 veckor är en koncentration av suspenderat material på 20 – 25 mg/l tillräcklig för att orsaka direkta negativa effekter.

För att undvika direkt negativ påverkan på fisk menar de därför att grumlingsarbeten som beräknas orsaka koncentrationer av suspenderat material, som är högre än 25 mg/l, bör koncentreras till ett samlat tillfälle istället för att spridas ut i tid (om koncentrationerna kan hållas < 100 mg/l i max 14 dagar). Om detta inte anses möjligt bör muddringen delas upp över tid (flera år) för att samhällen ska kunna återhämta sig, eller om möjligt flytta

muddring inom ett större område till olika tider under året, för att undvika att suspenderade material överstiger 20 mg/l i mer än 2 veckor inom ett område.

Författarna betonar att det är viktigt att notera att data saknas för många relevanta arter för svenska system samt för arter som anses potentiellt kunna vara känsligare än de studerade arterna. Dessutom saknas långtidsstudier vilket gör det svårt att dra slutsatser om långtidseffekter. Vidare tar studierna bara hänsyn till direkt fysiologisk inverkan, och inkluderar alltså inte indirekta effekter som kan uppstå, såsom beteendeförändringar, förändrat födoval, påverkad reproduktion eller påverkan på andra organismgrupper.

3.1.3 Tidpunkt för muddring- och dumpningsarbeten

Studier har visat att ägg, larver och småfisk generellt är mest känsliga för grumling och sedimentation samt andra stressfaktorer associerade med muddring (Cooper, 1965; Wenger et al., 2017). Ägg och larver har bland annat ingen eller små möjligheter att undvika eller avlägsna sig från områden med grumling, vidare riskerar finkorniga sedimentpartiklar att täppa till och minska syretillgången för ägg lagda i bottenstratet och därmed påverka överlevnaden (Foerster, 1968; Crouse, 1981; Shackle et al., 1999). Det räcker med endast ett några millimeter tjockt lager av sediment för att minska överlevnaden av rom (Gatch et al., 2020; George et al., 2020; Morgan et al., 1983). Larver och småfisk har dessutom små mellanrum mellan lamellerna i gälarna vilket ökar risken att de sätts igen av partiklar (Appleby & Scarratt, 1989). Ägg och larver är även känsligare för miljögifter som kan frigöras vid muddring (Wenger et al., 2017). Detta innebär att muddring framför allt bör undvikas i samband med lek och kläckning (både ägg- och larvfaser), samt för vissa områden även under till exempel vandringsperioder, då det framför allt är beteenden som påverkas hos vuxna fiskar (Karlsson et al., 2020).

Enligt de nuvarande svenska riktlinjerna kring muddring och hantering av muddermassor (Hav 2018) ska muddringsaktiviteter generellt undvikas under sommarhalvåret (mars/april – september/oktober) då störst känslighet råder. För områden där höstlekande fiskbestånd (öring, lax och sik) finns, bör grumlande arbeten heller inte utföras mellan oktober och maj. Den viktigaste perioden för laxen och öringens lekvandring är perioden maj-september, för leken perioden september - december och för utvandrande smolt perioden mars – maj. Finns både vår- och höstlekande fiskarter i området rekommenderas till exempel perioder under sommaren med lågt vattenflöde (juli – september) eller under vintern när den biologiska aktiviteten är låg. När påverkan av muddring/dumpning blir som störst skiljer sig alltså mellan olika miljöer och geografiska områden. Det blir dock tydligt att det finns någon känslig period under de flesta av månaderna och en avvägning mellan olika arter kan behöva göras för att hitta det lämpligaste tidsfönstret som ger minst påverkan (HaV, 2018).

Många av arterna på den aktuella platsen, såsom abborre, mört, gärs, gädda, id, nors, braxen, spigg, strömming, simpa, harr, öring och lax vandrar och/eller leker framför allt under vår- och sommarmånaderna och lägger då sin rom på botten eller fäster den på vegetationen, ofta på grundare vatten. Några stannar vid kusten för att leka i avsnörda vikar medan andra vandrar upp i vattendrag. Generellt gäller att ägg lagda på botten är mer känsliga för grumling och sedimentation än ägg fästa på vegetation. Strömming, siklöja, sik, tånglake, lake och flodnejonöga vandrar och leker generellt på hösten (eller sensommaren) och vintern.

Nedan följer mer artspecifik information kring lek och vandring (hämtat från: artdatabanken, 2020; HaV, 2020b; havet.nu, 2020; SLU Artfakta, 2024).

Abborre^{LC} och **mört^{LC}** leker under vår och sommar antingen vid kusten, då på grundare områden bland vegetationen, eller så vandrar de upp i sötvatten för lek. Rommen fästs på vegetation (och/eller sten för mört).

Bergsimpa^{NT} leker under perioden mars-maj. Under en sten gräver hanen ut ett grotliknande bo dit en eller flera honor lockas. Honans ägg klibbas fast i grottans tak och de kläcks efter 3–4 veckor.

Bergsimpan är klassad som Nära hotad (NT) på rödlistan. Rödlistningen beror på indikationer om en populationsminskning, då antalet lokalområden med förekomst av bergsimpa har minskat. Inom den senaste 12 – årsperioden har minskningstakten uppgått till 15 (0–30) %.

Björkna^{LC}, uppehåller sig i sjöar och lugnt flytande åar längst strandzonens vegetationsbälte, samt i liknande miljöer längst Östersjöns kuster. Björknan leker under juni-juli, där det under ett par dygn kan vara mycket livligt med hopp och plask.

Braxens^{LC} lek sker från maj till augusti. Rommen klibbas fast på vegetation och kvistar. Många individer företar dygnsvandringar mellan strandzonen där de födosöker på natten och fria vattenmassan där de födosöker på dagen.

Flodnejonöga^{LC, BV} vandrar som 2–3 år efter födseln från havet upp i åar och älvar på höst och vinter (ibland tidig vår) för att leka i strömmande vatten kommande vår/sommar.

Gädda^{LC} leker under perioden mars-juni i vegetationsklädda grunda vikar där vattentemperaturen stiger snabbast under våren. Likt många andra arter vandrar gäddan ibland upp i sötvatten för att leka, övrig tid är den stationär i strandnära miljöer. Rommen fästs på vegetation.

Gärs^{LC} leker på grunt vatten i maj-juli och lägger då sina ägg på botten. En del bestånd vandrar från brackvatten till sötvatten och tillbaka igen. Under sensommar och höst vandrar gärsen från innerskärgårdar till djupområden längre ut.

Vad gäller **gös^{LC}** är vissa bestånd stationära medan andra företar längre lekvandringar. Vid en vattentemperatur av ca 12 °C, någon gång under perioden april-juni, sker leken parvis. Hanen bereder en grund lekgrop som sedan vaktas fram till kläckningen av hanen. Gös är främst en sötvattensfisk, men förekommer även i brackvattensmiljöer.

Harr^{LC, BV} leker på grunt vatten tidigt om våren då rommen läggs direkt på sand-, grus- och stenbotten. Vissa kustlekande bestånd vandrar upp i rinnande vatten för att leka, medan andra stannar och leker lokalt.

Hornsimpa^{LC} är en kallvattenfisk som vandrar ned på djupt vatten under sommaren. Leken, som pågår under vintertid (november – februari), sker dock på grunt vatten där honan lägger upp emot 5000 stora ägg som kläcks efter tre månader.

Id^{LC} och **nors^{LC}** vandrar båda på våren till rinnande vatten och tillopp för att leka.

Lake^{VU} leker vintertid (december – mars) då den tar sig till grundare vatten eller vattendrag och leker på sandiga, grusiga eller steniga bottenar. Lakens ägg innehåller en oljedroppe som gör att rommen svävar omkring fritt i vattenmassan. Övrig tid på året återfinns den ofta i vattnets djupare delar.

Lake är listad som Sårbar (VU) på rödlistan. Rödlistningen beror på en minskning av populationen som uppgår till 30 (20–40) % under de senaste 24 åren. Bedömningen av populationsminskningen baseras på en minskning av direkta observationer, minskad geografisk utbredning och/eller försämrad kvalitet av habitat, samt en faktisk eller potentiell exploatering av arten. Antalet lokaler med förekomst av lake i vattendrag har enligt svenskt elfiskeregister (SERS) minskat med 31% under en 24 års period. Därutöver minskar arten i Östersjön, med den största minskningen i Bottniska viken som lokalt kan antas uppgå till >50%.

Lax^{LC, BII, BV} och **öring^{LC}** leker på hösten men vandrar upp i vattendrag under sommaren och in på hösten. Lax och öring är av stort intresse både ur bevarandesynpunkt och fiskesynpunkt. Fisktrappan i Stornorrfor är öppen från 20 maj till och med sista september. Vandrigen fortsätter fram till början/mitten av september med maxtillströmning i månadsskiftet juli/augusti. Vandrigen nedströms, för tillväxt i havet, sker i maj och juni. Öringen passerar vanligtvis trappan från slutet av juni men toppen ligger kring månadsskiftet augusti/september.

Löja^{LC} samlas i stora lekstim under maj – juni över grunda stenbottenar med vegetation nära stranden. Leken, som är mycket intensiv där det kan se ut som att vattenytan kokar, sker ofta i omgångar med en eller två veckors mellanrum.

Mindre havsnål^{LC} är huvudsakligen en marin art som påträffas i Österfjärden. Den uppehåller sig mest längs kusterna på 2 – 15 meters djup och föredrar vegetationsrika bottenar med alger och bandtång. Leken sker parvis maj – augusti där äggen fästes på hanens buk och kläcks efter ca 4 veckor.

Regnbåge^{NA}, en invasiv art som blev aktivt införd till Sverige under 1800-talet, leker vanligen i svenska vattendrag under våren men har inga varaktiga bestånd i landet. I Stilla-havsområdet finns det populationer av både stationära bestånd och havsvandrande bestånd. Förrymda individer från havsbaserade odlingar av den havsvandrande typen, även kallade "steelhead", förekommer i Sverige där den vandrar upp i vattendrag för att leka.

Ruda^{LC}, en art som genom sin anaeroba metabolism kan övervintra i ett dvalliknande tillstånd utan tillgång till syre, exempelvis i bottenfrusna dammar, trivs i dammar, näringsrika sjöar och skärgårdsvikar. Leken sker under maj – juni i tät vegetation, där äggen kläcks efter 5 – 10 dygn beroende på temperatur.

Siklöja^{LC, BV} lever pelagiskt men vandrar på hösten in till grundare vatten vid kusten för att leka. Vissa bestånd av **sik^{LC, BV}** vandrar upp i älvar under hösten för att leka medan andra stannar kvar och leker på grunda vatten vid kusten. Både siklöja och sik lägger rommen direkt på sandig, grusig eller stenig botten och är båda som mest känsliga

generellt mellan oktober och juni eftersom rommen ligger hela vintern och kläcks först kommande vår. Efter kläckning söker sig ynglen till grunda strandområden.

Stensimpa^{LC, BII} är stationär och håller sig i regel till relativt grunda hårbottenar (grus och sten) där den också leker under våren och bygger bo för rommen.

Skarpsill^{LC} lever huvudsakligen pelagiskt men även i stora stim nära kusten. Leken pågår mellan februari – augusti, på öppet vatten, från ytan till 40 meters djup. Med 8 – 10 dagars mellanrum upprepas leken, där de 2 000 – 15 000 ägg som produceras driver runt fritt i vattnet.

Stor- och småspigg^{LC} leker under perioden mars-september då de bygger bo för rommen på botten. Det finns både stationära bestånd och vandrande bestånd. Spigg, främst storspigg, utgör mycket viktig föda för lax och andra rovfiskar.

Vad gäller **strömming**^{LC} finns både höst- och vårlekande bestånd. Vid lek samlas de i stora stim vid kusternas grunda områden. Strömmingens ägg sjunker till botten där de bildar stora ansamlingar. Larverna lever i den fria vattenmassan. Enligt en lokal fiskare (Nils-Erik Sjöström, Salteriet Obbola) förekommer endast vårlekande strömming i Umeälvsdeltat.

Stäm^{LC} återfinns i mindre stim i strömmande vatten samt i sjöar och utsötat kustvatten. Leken, som pågår mellan mars – maj, föregås av en uppströmsvandring och sker över grus- eller stenbottenar.

Svart smörbult^{LC} lever kustnära och leker från maj till augusti. När de större fiskarna leker, finns det en mindre form av hanar som smyger sig in och "stjäl" befruktningen.

Tobis^{LC}, främst kusttobis som är den art som återfinns upp till västerbottenkusten, förekommer från strandlinjen ned till 40 meters djup. Leken pågår under två skilda perioder, den ena under våren – försommaren och den andra under sensommaren – hösten, båda i samma område. Ifall de olika lekarna beror på att det är olika bestånd, variationer inom samma population eller till och med olika arter är oklart.

Tånglake^{LC} leker under sensommaren och hösten och efter fyra månader föds dess yngel som under dräktigheten utvecklas i honans buk. Tånglaken är en stationär bottenlevande allätare. Arten är mycket känslig för miljögifter och används ofta som en indikatorart.

Sammantaget visar detta att en stor del av den vandring, lek och kläckning som potentiellt förekommer inom sökområdet sker under framför allt vår, sommar och en tid in på hösten.

Detta underlag stärks av ett utdrag ur Havs- och vattenmyndighetens databas Lektidsportalen (HaV 2023). Den känsligaste månaden för det inre kustvattnet är juni följt av maj och juli (Tabell 2). Det yttre kustvattnet har juni och maj som känsligaste månaderna följt av juli, men något lägre indexvärden mars till augusti (Tabell 3). Minst känsliga perioder är december och januari för båda områdena. Databasen sammanställer fiskars känsliga lek-, ägg- och larvfaser eller andra perioder som bör beaktas under året för en specifik plats. Den kopplar specifika månadsmedelvärden för vattentemperatur i olika län och höjd över havet med arters temperaturoptima för lek, vilket presenteras som ett

känslighetsindex över året. Indexet ger således en dynamisk och beskrivande bild av vilka perioder över året som effekter av miljöstörande arbeten ger minst/mest skada.

Tabell 2. Känslighetsindex för Norra Kvarkens inre kustvatten utifrån Lektidsportalen. Högre indexvärde och röd färg anger mer känsliga månader, lägre indexvärde och grön färg anger mindre känsliga månader.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
KÄNSLIGHETSINDEX	10	12	17	20	32	37	30	22	17	14	13	8

Tabell 3. Känslighetsindex för Norra Kvarkens yttre kustvatten utifrån Lektidsportalen. Högre indexvärde och röd färg anger mer känsliga månader, lägre indexvärde och grön färg anger mindre känsliga månader.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
KÄNSLIGHETSINDEX	10	12	14	17	24	24	23	17	17	14	14	8

Hur snabbt ett område återhämtar sig från muddring är svårt att säga och variationen mellan områden kan vara stor. Generellt sett gäller dock att områden med höga naturliga störningsfrekvenser och grovt bottensubstrat har en snabbare återkolonisering och återhämtar sig snabbast från de fysiska spåren (Boyd et al., 2005; Robinsson et al., 2005; Smith et al., 2006). En återhämtning av fauna beräknas kunna ta från knappt 1 år upp till 5–10 år (Blomqvist 1981; Boyd et al., 2005; Håkansson & Rosenberg 1985). Här är det dock viktigt att särskilja på en taxonomisk återställning och en funktionell återställning. Ur fiskerisynpunkt kan det räcka med en funktionell återställning, som innebär att bottensamhället uppfyller samma ekologiska funktion och produktion som innan störningen men att artsammansättningen/artantalet skiljer sig (Cooper et al., 2008).

3.1.4 Lek- och uppväxtområden

Påverkan av suspenderat material beror på flera olika faktorer. Bland annat vind, strömförhållanden, metod för muddring och om eventuella skyddsåtgärder används kan spela en viktig roll gällande vilka områden som påverkas samt till vilken grad.

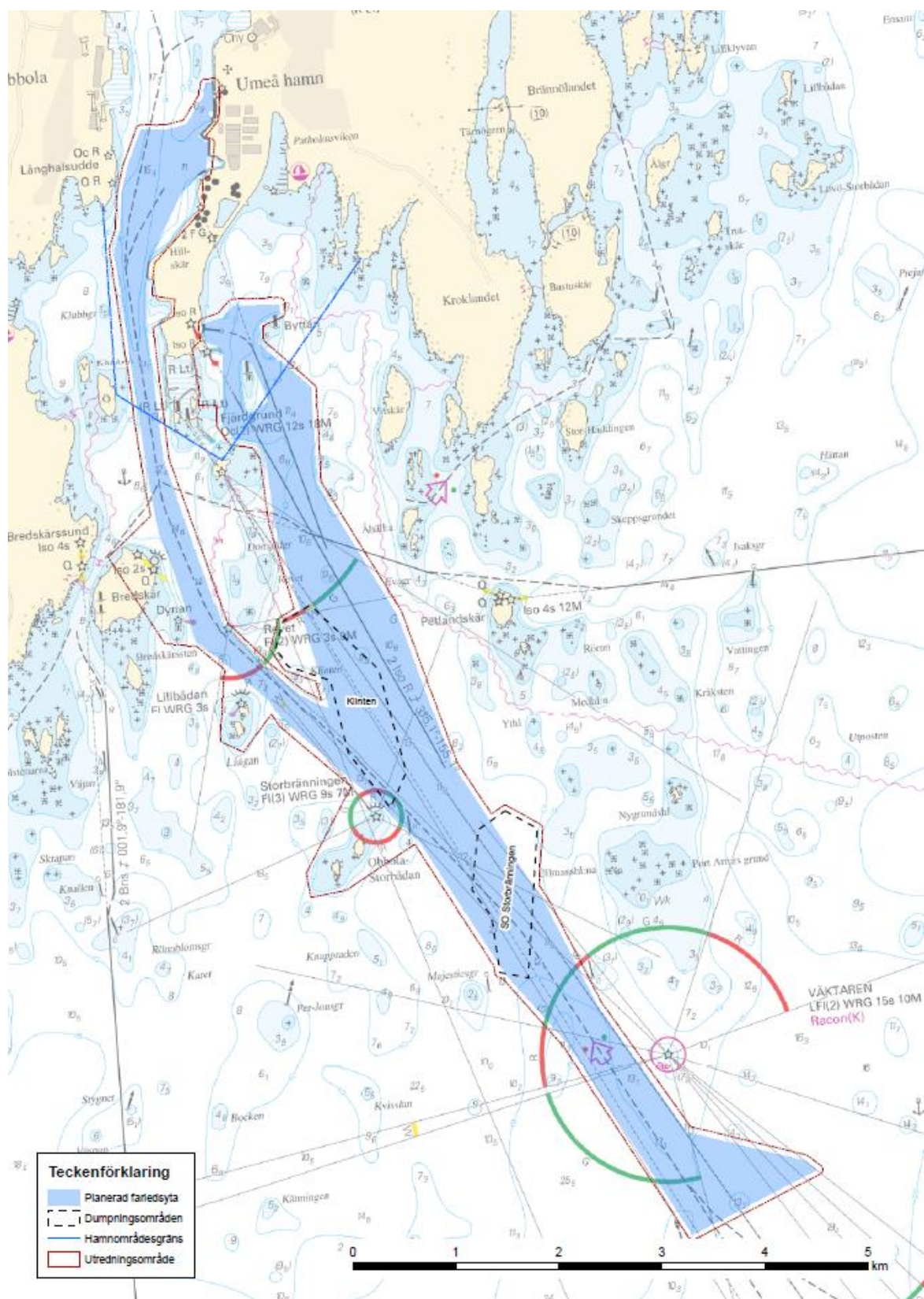
Lekplatser kan påverkas genom förstörd bottenstruktur antingen på grund av förändring av bottensubstrat eller ändringar i befintlig topografi. En ökad mängd suspenderat material kan täcka lekområden och blockera äggens tillgång till syre. Förändrade förhållanden gällande strömmar och temperatur kan också ha betydelse för fisken vid val av lekplats. Frigöring av föroreningar kan skada ägg, yngel och adult fisk.

Uppväxtområden kan påverkas genom att vegetation och andra strukturer som fungerar som skydd försvinner. Försämrade vattenkvalitet genom ökad mängd av suspenderat material eller spridning av föroreningar inom uppväxtområden kan påverka överlevnadsfrekvensen hos fiskyngel (Karlsson et al., 2020; Sternbeck et al., 2008). Buller och vibrationer som orsakar stress hos fiskar kan störa yngels naturliga beteende och födointag (Johansson et al. 2016; de Jong et al. 2016; Mickle & Higgs 2017). Minskad syn på grund av suspenderat material kan också påverka födointag för yngel negativt.

De större öar och skär som ligger inom av Beställaren framtaget förutspått påverkansområde (Figur 4) är Bredskär, Lillbådan och Obbola-Storbådan. Bredskär har områden som skulle kunna vara lämpliga som lek- och uppväxtområden för bland annat sik och siklöja då det finns flera sandstränder samt till synes vegetationsfria stenbottnar. Lillbådan och Obbola-Storbådan är exponerade klipphällar med stenpartier vid de mer

skyddade områdena. Dessa skulle kunna användas som lekplatser för vissa arter (exempelvis strömming) men detta har inte konstaterats genom studier i fält.

Generellt bör muddring och dumpning undvika att sprida massor till grundområden och framför allt till strandkanter på öar, grund och fastlandet. Det går inte att säkerställa att påverkan enbart kommer att uppkomma inom förutspått påverkansområde. Även närliggande öar och grund kan påverkas av suspenderat material. Bevarandet av lekplatser längs kusten är avgörande för att upprätthålla hälsosamma fiskpopulationer och ett balanserat ekosystem i regionen.



Figur 4. Karta över förutspått påverkansområde tillhandahållen av Sjöfartsverket och Umeå Hamn.

3.1.5 Yrkesfiske i Umeälvens mynning

I Umeälvens mynning finns ett antal fasta fiskeredskap med förankring i nära anslutning till farleden (exempelvis laxryssjor och ryssjor till sik beroende på årstid). Några av dessa är förankrade vid Långhalsudden på västra sidan av Umeälven, Östra klubben i nordöstlig riktning från ön, Fjärdgrund i västlig riktning om ön, Bredskär i nordöstlig riktning om ön samt mellan Obbola Storbådan och Ullmanshällorna där farleden går mellan öarna. Fiske sker även med nät och till mindre del mjärdar.

I dagsläget finns utgivna fiskelicenser för 5 verksamhetsutövare (Länsstyrelsen, 2023). Den primära inkomstkällan är främst fångst av lax och sik men även strömming längre ut mot kvarken och abborre längre in i fjärden.

Enligt intervju med Nils-Erik Sjöström (Salteriet Obbola), fiskas sik i Umeälvens mynning upp till Obbolabron från slutet av augusti fram till ungefär 10 oktober.

Enligt Havs- och Vattenmyndigheten hade det av dessa verksamhetsutövare under 2022 fångats cirka 4 ton abborre, 7 ton lax, 14 ton sik och 1 ton sill/strömming.

3.2 Fiskeutredning för dumpningsområden

3.2.1 Bedömning av föreslagna dumpningsområden

Effekter på fisk av sedimentspridning och grumling vid dumpning kan antas likna effekterna av muddring (se 3.1.2 Effekter av muddringsarbeten). Troligt är dock att större vattenvolymer påverkas vid dumpning eftersom allt material från muddringen passerar ner genom vattenmassan (Hammar et al., 2009).

Enligt intervjuer med Nils-Erik Sjöström (Salteriet Obbola), Olof Bäckström, Fredrik Jonsson, Mikael Steen och Torbjörn West utförda 2023 uttrycktes väktaren som lämplig för dumpning ur fiskerisynpunkt då inget nätfiske eller trålning efter fisk förekommer i området. Dock bör det beaktas vilken strömriktning som råder vid dumpningstillfället då det kan komma påverka vid nordvästlig ström (mot Umeå hamn) för Fredrik Jonssons fällor mellan Obbola Storbådan och Ullmanshällorna samt om det är nordliga strömmar för Torbjörn West som fiskar lax vid Trutskär (ca 7 km Norr).

3.3 Sammanfattande diskussion och rekommendationer avseende muddringens genomförande utifrån ett fisk- och fiskeperspektiv

Sammanfattningsvis är det en relativt komplicerad uppgift att förutspå specifika konsekvenser av muddring för en lokal. Både eventuella direkta och indirekta faktorer bör tas i beaktande. Risken för skador på fisk (och därmed även fiske) orsakade av grumling och sedimentation, som anses vara de troligt största riskerna (om risk finns att föroreningar frisläpps kan det dock ha betydligt större effekter (Wenger et al., 2017)), skiljer sig generellt mycket mellan arter och livsstadium. Det generella rådet är att förkorta exponeringstid och koncentrationen av suspenderat material så mycket som möjligt samt att lägga stor vikt vid att undvika känsliga perioder (då lekvandring, lek, kläckning och larvfaser förekommer).

Grumlingsarbeten som beräknas orsaka koncentrationer av suspenderat material på mer än 20 – 25 mg/l under en exponeringstid på över 2 till 4 veckor, bör enligt SLU (2020) delas upp över tid (flera år) för att samhällen ska kunna få chans till viss återhämtning

däremellan. Alternativt, om möjligt, flytta muddring inom ett större område till olika tider under året, för att undvika att suspenderat material överstiger 20 mg/l i mer än 2 veckor inom ett område. Notera att dessa rekommendationer utifrån SLU:s sammanställning framför allt gäller direkta effekter på fisk och tar inte hänsyn till indirekta effekter som exempelvis minskad tillgång till föda och habitat.

En övertäckning av endast ett tunt lager (någon millimeter) sediment kan räcka för att påverka överlevnaden av lagd rom (Gatch et al., 2020; George et al., 2020; Morgan et al., 1983). Grumling kan även komma att påverka yngel negativt om det finns sådana som befinner sig i närheten till muddrings- och dumpningsområdena. De arter som eventuellt skulle kunna drabbas av detta är framför allt abborre, gädda, mört, gärs, lake, sik, siklöja och strömming.

Havs- och vattenmyndighetens databas Lektidsportalen (2023) anger att perioden mars-september och framför allt maj, juni och juli har högst känslighetsindex för de utredda områdena och att muddring bör, om möjligt, undvikas under denna period.

Fisk som kan påverkas av muddring som sker på höst, vinter och vårvinter är framför allt sik, siklöja, strömming och lake. Sik och siklöja leker på långgrunda sand-, grus-, och stenbottnar och har sin uppväxt främst i grunda strandområden. Även lake och strömming föredrar liknande bottnar för lek.

Grumlingen förväntas generellt inte orsaka stora direkta effekter på vuxen fisk (av de flesta arter) längs farleden, då de till stor del förmodas kunna undvika områden som påverkas mest av suspenderat material. Det kan dock inte uteslutas att till exempel mer stationär fisk som är beroende av god sikt för att få tag på föda kan komma att påverkas på grund av försämrad sikt (som kan leda till ett minskat födointag). Påverkan kommer dock att uppstå under en begränsad period.

I övrigt kommer muddring att kunna påverka habitat och födotillgången lokalt för flera arter då bottenstrukturer och bottenfaunasamhället dels försvinner i muddrade områden i farleden, dels täcks närområdet över av sediment i olika omfattning. Många av de djur som lever på botten är dock anpassade till en viss övertäckning och kommer till viss del troligtvis kunna ta sig upp genom det förhållandevis tunna sedimenttäcket som beräknas uppstå i detta fall (Powilleit et al., 2009).

Att bedöma vilket av de två angivna scenarierna som kommer få minst påverkan på fiskesamhället i stort är svårt. Muddringsaktiviteten kommer dock att skapa en störning i områdena och kan komma att resultera i vissa indirekta konsekvenser, som att habitat och bottenfaunasamhällen försvinner, vilket eventuellt kan påverka till exempel födotillgången för flera fiskarter. "Scenario 1" innebär i princip att störning sker 1 gång under en lite längre period år 1. "Scenario 2" innebär att störning sker upprepat under lite kortare perioder i 2 år.

Då eventuell påverkan på fisk i områdena antas kunna vara mer kopplad till indirekta effekter, så som att bottenstrukturer och bottenfaunasamhällen förstörs, är det troligt att muddring enligt "Scenario 1" ger färre negativa effekter på fiskesamhället i stort än en muddring över flera säsonger (enligt "Scenario 2"). Om ett område störs gång på gång relativt tätt, blir

återhämtningen troligtvis svårare än om en större störning sker men att platsen ges mer tid för återhämtning.

Om risken finns att föroreningar frigörs i och med muddringen anses det bättre med en exponering än flera upprepade pulser av exponeringar (Wenger et al., 2017).

Yrkesfiskarna nämner framför allt lax, sik, strömming och abborre som värdefulla ur ett fiskeperspektiv. Vidare har vandrande fisk möjlighet att kunna undvika den grumling som uppstår.

Slutsats

Sjöfartsverket och Umeå Hamn har angett två möjliga scenarier för den planerade muddringen. "Scenario 1" handlar i grova drag om att genomföra hela den tänkta muddringen under en säsong alternativt "Scenario 2" där muddringen sker under 2 år.

Utifrån rådande kunskapsläge om effekter av grumling och sedimentation på fisksamhällen, är det sannolikt att muddring över en säsong (enligt "Scenario 1") ger färre negativa effekter på fisksamhället och fiske i stort än en muddring över flera säsonger (enligt "Scenario 2"). Om det finns risk för att föroreningar frigörs i och med muddring, anses det bättre med en exponering än flera upprepade pulser av exponeringar.

"Scenario 2" innebär att det går att undvika de teoretiskt mest känsliga månaderna (under sommaren) för fisk i området. "Scenario 2" innebär däremot att sik, siklöja, strömming, lake, lax och öring, som leker och/eller vandrar på höst och vinter, kommer att kunna påverkas under två säsonger i stället för en. Vandrande fisk förmodas dock kunna undvika de mest grumlingsbelastade vattenvolymerna i närheten av muddringsområdet.

Muddring enligt "Scenario 2" minskar visserligen exponeringstiden med höga halter av suspenderat material i området vid varje muddringstillfälle, samt ger möjlighet till viss återhämtning mellan muddringarna. Däremot blir den totala tiden av störning och exponering för suspenderade och sedimenterade material längre (två perioder) än vid "Scenario 1" (en långvarig period) där samhällen ges möjlighet till återhämtning.

Effekterna på fisket kommer troligtvis påverkas periodvis beroende på när och var det muddras. Fångstanordningarna för Långhalsudden, Öster-klubben, Bredskär och mellan Obbola Storbådan och Ullmanshällorna ligger nära farleden och kommer att påverkas av sedimentation vilket främst kan påverka sikfisket på hösten, men kan i viss mån även påverka laxfisket under sommaren. Laxen verkar dock inte lika känslig för sediment eller organiskt material på ledarmar och fällor. Vissa av dessa fällor har förankringar som spänner upp fällor och fångstarmar i nära anslutning till farleden vilka kan beröras om muddring sker i nära anslutning till förankringarna.

Laxfisket brukar vara som bäst under andra halvan av juni fram till första halvan av juli då större andelen av lax vandrar upp i Umeälven. Migrationen av sik nära deltat når sin topp i september månad och avtar i slutet av månaden. Det är sällan sik fångas efter 10 oktober enligt Nils Erik Sjöström (Salteriet Obbola). Enligt Havs- och vattenmyndighetens restriktioner kring laxfisket 2023 fick licensutövarna fiska lax 12 juni fram till att fångstknoten är uppfyllt. Fylls kvoten inte så fiskas det ungefär fram till mitten av augusti.

Därefter tas fällorna upp och rengörs för att eventuellt bytas ut då sikfisket med fällor startar i slutet av augusti och som fortlöper ungefärligt fram till 10 oktober.

Samtliga öar och skär inom och i närheten av påverkansområdet kan vara potentiella lekplatser som därigenom kan påverkas av planerade muddrings och dumpningsaktiviteter.

4. Referenser

Artdatabanken, 2023. <https://artfakta.se/artbestamning>

Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological monographs*, 81(2): 169-193.

Browne, N. K., Tay, J., och Todd, P. A. 2015. Recreating pulsed turbidity events to determine coral-sediment thresholds for active management. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 466: 98-109.

Cooper, A. C. 1965. The effect of transported stream sediments on the survival of sockeye and pink salmon eggs and alevin (s. 71). New Westminster, BC: International Pacific salmon fisheries commission.

Cooper, K. M., Froján, C. R. B., Defew, E., Curtis, M., Fleddum, A., Brooks, L., & Paterson, D. M. 2008. Assessment of ecosystem function following marine aggregate dredging. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 366(1-2): 82-91.

de Jong, K., Amorim, M. C. P., Fonseca, P. J., Fox, C. J., & Heubel, K. U. 2018. Noise can affect acoustic communication and subsequent spawning success in fish. *Environmental pollution*, 237: 814-823.

Erftemeijer, P. L. A., och Lewis, R. I. I. I. 2006. Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. *Marine pollution bulletin*, 52: 1553-1572.

Foerster, R.E., 1968. The sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Fisheries research board of Canada bulletin 162: s. 422.

Gatch, A. J., Koenigbauer, S. T., Roseman, E. F., & Höök, T. O. 2020. The effect of sediment cover and female characteristics on the hatching success of walleye. *North American journal of fisheries management*, 40(1): 293-302.

George, A. E., Chapman, D. C., Deters, J. E., Erwin, S. O., & Hayer, C. A. 2015. Effects of sediment burial on grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), eggs. *Journal of applied ichthyology*, 31(6): 1120-1126.

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R. och Granmo, Å. 2009. Miljöeffekter vid muddring och dumpning - en litteratursammanställning. Rapport 5999. Havs- och vattenmyndigheten.

HaV, 2018. Havs- och vattenmyndigheten. Muddring och hantering av muddermassor - Vägledning och kunskapsunderlag för tillämpningen av 11 och 15 kap. miljöbalken. Rapport 2018:19

HaV. 2023. Havs- och vattenmyndighetens databas Lektidsportalen.

Havet.nu. 2019. <https://www.havet.nu/livet/arter/fiskar>

Johansson, K., Sigray, P., Backström, T., & Magnhagen, C. 2016. Stress response and habituation to motorboat noise in two coastal fish species in the Bothnian Sea. In *The effects of noise on aquatic life II* (s. 513-521). Springer, New York, NY.

Karlsson, M., Kraufvelin, P. & Östman, Ö. 2020. Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet. Aqua reports 2020:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm Lysekil Öregrund. 73 s.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. 2015. A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment systems and decisions*, 35(3): 334-350.

Lehtiniemi, M., Engström-Öst, J., & Viitasalo, M. 2005. Turbidity decreases anti-predator behaviour in pike larvae, *Esox lucius*. *Environmental Biology of Fishes*, 73(1): 1-8.

Mickle, M. F., & Higgs, D. M. 2017. Integrating techniques: a review of the effects of anthropogenic noise on freshwater fish. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 75(9): 1534-1541.

Morgan, R. P., Rasin Jr, V. J., & Noe, L. A. 1983. Sediment effects on eggs and larvae of striped bass and white perch. *Transactions of the American fisheries society*, 112(2A): 220-224.

Mustamäki, N., Olsson, J., Franzén, F., Tärnlund, S., Petterson, M., Frölin, L., ... & Ek, C. 2015. Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2019:2 - Holmöarna (Bottniska viken) 1989-2018.

Pelagia. 2020. Potentiell påverkan på fisk och fiske vid muddringsarbeten vid Umeå Hamn, 2019. 2020-01-15.

Powilleit, M., Graf, G., Kleine, J., Riethmüller, R., Stockmann, K., Wetzel, M. A., & Koop, J. H. E. 2009. Experiments on the survival of six brackish macro-invertebrates from the Baltic Sea after dredged spoil coverage and its implications for the field. *Journal of marine systems*, 75(3-4): 441-451.

Shackle, V. J., Hughes, S., & Lewis, V. T. 1999. The influence of three methods of gravel cleaning on brown trout, *Salmo trutta*, egg survival. *Hydrological processes*, 13(3), 477-486.

Sjöström N-E, 2019. Muntlig uppgift, Nils-Erik Sjöström. Salteriet, Obbola. 2023-08-29.

Sternbeck, J., Aquilonius, K., Josefsson, K., Marelus, F., & Petsonk, A. 2008. Strategi för miljöriskbedömning av förorenade sediment. Naturvårdsverket, rapport 5886.

Wenger, A. S., Harvey, E., Wilson, S., Rawson, C., Newman, S. J., Clarke, D., & Erftemeijer, P. L. 2017. A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and fisheries*, 18(5): 967-985.

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. 2001. Biological effects of suspended sediments: a review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North American journal of fisheries management*, 21(4): 855-875.