Examensarbete

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

HOT MOT FÖRYNGRING AV FLODPÄRLMUSSLA *MARGARITIFIERA MARGARITIFIERA*

En studie om faktorer som påverkar flodpärlmusslans föryngring i tio utvalda sjöar i Sverige

THREATS TO THE REPRODUCTION OF FRESHWATER PEARL MUSSEL *MARGARITIFIERA MARFARITIFIERA*

A study about factors that affects the reproduction of freshwater pearl mussels in ten chosen lakes in Sweden

Examensarbete inom huvudämnesområdet biovetenskap

Grundnivå 30 HP

Vårtermin 2020

Verson 3.0

Författare: Evelina Olsen

A17eveol@student.his.se

Handledare: Niclas Norrström & Anders Esplund

Niclas.Norrstrom@his.se, Anders.Esplund@his.se

Bihandledare: Agneta Christensen

Agneta.Christensen@lansstyrelsen.se

Examinator: Jenny Lennartsson

Jenny.Lennartsson@his.se

Institutionen för Biovetenskap

Högskolan i Skövde

Box 408

541 28 Skövde

Sverige

Sammanfattning

Flodpärlmusslan (*Margaritifiera margaritifiera*) är en stormussla och en effektiv filtrerare som skapar en viktig ekosystemtjänst i vattendraget. Flodpärlmusslan räknas som starkt hotad och är skyddad enligt direktiv och förordningar i Sverige. De största hoten mot arten är bland annat hög turbiditet, åkermark, kalhyggen samt brist på ekologiska kantzoner kring bestånden. Syftet med denna studie var att ta reda på vilka av nämnda hot som kan ha påverkat artens föryngring i tio utvalda vattendrag. Syftet var dessutom att ta reda på om hög turbiditet, åkermark och kalhygge påverkar föryngringen av arten i kombination med varandra vid användning av indexuträkningar och statistiska tester. Resultatet visade att medelvärdena för ett kombinerat indexresultat hade en signifikant skillnad i kantzonerna. Detta kan innebär att hög turbiditet i kombination med höga andelar åkermark och kalhyggen har signifikant negativ påverkan på flodpärlmusslornas föryngring, främst i beståndens närområden. En övergripande analys gjordes också av varje enskilt vattendrag i studien som inkluderade markavvattning, vandringshinder samt brist på värdfisk, vilket också anses vara hot mot arten. Den övergripande analysen visade att samtliga vattendrag hade ett medelvärde av turbiditet som översteg det rekommenderade gränsvärdet. Flertalet vattendrag hade också blivit utsatta för markavvattning i åkermark och kalhygge medan andra hade brist på lövskog samt höga andelar åkermark och kalhygge i kantzonerna och delavrinningsområdena. Många vattendrag hade dessutom brist på värdfisk samt förekomst av vandringshinder uppströms från populationerna. Alla dessa faktorer kan ha haft stor påverkan på varför samtliga vattendrag i studien inte hade någon livskraftig föryngring, vilket överensstämmer med tidigare studier.

Abstract

The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) is an aquatic bivalve mollusc and an effective water filterer that establishes important ecosystem services in the streams. The species is considered endangered and is protected by several directives and regulations in Sweden. Some of the most substantial threats against the species are high turbidity, lack of ecological buffer zones in areas close to the populations, along with agricultural land and areas with high deforestation. The aim of the study was to investigate which of these threats affects the reproduction of the species in ten chosen streams. The aim of the study was also to investigate if high turbidity, agricultural lands and deforestation affect the reproduction in combination with each other. Results concluded that the aforementioned combination had a significantly negative effect on the reproduction of the species in the buffer zones when performing index calculations and statistical tests. An overall analysis of each specific water stream was also conducted that included artificial drainage of water, lack of host fish and migration barriers, all additional threats to the freshwater pearl mussel. The overall analysis concluded that all water streams in the study had higher average turbidity than the recommended limit. Some streams had also been affected by artificial water drainage, while other streams had a higher proportion of deforestations or a lack of ecological buffer zones and host fish. All these factors can have an impact on the lack of viable reproduction in each stream, corresponding to earlier studies.

Innehållsförteckning

1 Inledning 1

1.1 Bakgrund 1

1.1.1 Turbiditet 2

1.1.2 Ekologisk funktionella kantzoner och markanvändning 3

1.1.3 Markavvattning 4

1.1.4 Minskat bestånd av värdfisk 5

1.1.5 Vandringshinder 6

1.2 Syfte, frågeställning och hypotes 6

1.2.1 Syfte 6

1.2.2 Frågeställning och hypotes 7

2 Metod 8

2.1 Förarbete 8

2.1.1 Områdesbeskrivning 8

2.2 Fältarbete 17

2.3 Efterarbete 18

2.3.1 Analys i GIS 18

2.3.2 Index 18

2.3.3 Statistiska tester i Excel och R 20

2.3.4 Översiktlig diskussion över respektive vattendrag 20

2.4 Etiska aspekter 20

3 Resultat 21

3.1 Turbiditet 21

3.2 Åkermark, kalhygge och lövskog 23

3.3 Index 27

4 Diskussion 31

4.1 Index 31

4.1.1 Resterande t-tester 31

4.2 Övrigt 32

4.3 Diskussion av varje specifikt vattendrag 34

4.4 Slutsats 36

5 Tack 38

6 Referenser 39

7 Bilagor 44

7.1 Bilaga 1. Fältblankett 44

7.2 Bilaga 2. Statistiska tester för åkermark, kalhygge samt lövskog i kantzon och delavrinningsområde 45

1 Inledning

Flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*) är en stormussla och en effektiv filtrerare som renar vattnet från diverse partiklar och är därför ett viktigt inslag i ett vattendrag. Med den effektiva filtreringen har flodpärlmusslan skapat en viktig ekosystemtjänst i vattendraget (WWF, 2011). Arten är kategoriserad som ”Starkt hotad” (EN) enligt rödlistan (Artfakta, n.d), vilket bland annat beror på habitatförlust, intensivt pärlfiske från förr (Artdatabanken, 2019), effekter från skogsbruk och jordbruk, hög turbiditet, minskning av värdfisk samt markavvattning (Naturvårdsverket, 2005). Flodpärlmusslan är dessutom fredad i enlighet med ”förordning om fisket, vattenbruket och fiskenäringen (1994:1716)”. Förordningens betydelse medför förbud att fiska upp arten, vilket också menas att avlägsna och flytta musslan från sin ursprungliga plats till en annan. Dispens kan fås för undersökningar och dylikt (Sveriges riksdag, 1994). Flodpärlmusslan är även med i artskyddsförordningen (2007:845), samt art- och habitatdirektivet (92/43/EEG) (Havs- och vattenmyndigheten, 2017). Flodpärlmusslan uppfyller slutligen dessutom kriterierna för indikator-, flaggskepps-, nyckel-, och paraplyart, vilket gör det till en viktig art att bevara. Bevarandet av arten leder till att bevara andra arter med samma habitatskrav samt näringsfattiga sötvattensekosystem (Boon et al., 2019).

1.1 Bakgrund

Flodpärlmusslor lever i strömmande sötvatten med grus och stenbotten (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). I Sverige lever flodpärlmusslor normalt i cirka 70 – 80 år (Artdatabanken, 2019). Flodpärlmusslans utbredningsområde i Sverige är från Skåne till Lappland. I vissa områden i bland annat Västergötland, Södermanland, Öland, Gotland, samt Östergötland, där det finns kalkrik berggrund, saknas arten helt (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Arten trivs och producerar avkommor i vattenförekomster med jämn, relativ hög vattenström, samt vatten som är klart och utan hög sedimentation och grumlighet (Artdatabanken, 2019). Under parningsperioden frisätts hanarnas spermier ut i vattnet som honor i närområdet sedan infiltrerar. Därefter befruktas äggen inuti honan. Efter cirka 4–6 veckor utvecklas äggen på honmusslans gälar till glochidielarver som liknar små musslor. Under en specifik period mellan augusti och oktober släpper honorna ut larverna i vattnet. Då måste de haka fast sig på gällbladen på en passerande värdfisk för att vidareutvecklas. Enligt artdatabanken är öring (*Salmo trutta*) samt lax (*Salmo salar*) värdfisk för flodpärlmussla (Artdatabanken, 2019), men enligt en tidigare studie har ingen lax någonsin hittats med en infektion av glochidielarver i Sverige, därför anses endast öringen som en passande värdfisk åt flodpärlmusslan (Degerman et al., 2013). Larverna lever sedan i parasitism med värdfisken på dess gälar. Tusentals larver kan infektera en enskild värdfisk under samma period (Artdatabanken, 2019). Larverna är

färdigutvecklade till en halv millimeterstora musslor efter 9–11 månader och släpper då från värdfisken. De lever därefter i stället nedgrävda i bottenmaterialet. Efter ett par år har musslan blivit cirka 1 cm stor och börjar då med hjälp av så kallade ”byssustrådar” vandra mot det bottenlagret närmast vattenytan. Dessa trådar hjälper även musslan att få fäste även vid kraftiga strömmar. I minskade populationstätheter kan honor däremot befrukta sig själva med hjälp av hermafroditism (Artdatabanken, 2019).

I många vattendrag, där arten har funnits under 1900-talets början, visar nya inventeringar att flodpärlmusslan har försvunnit från ungefär en tredjedel av dessa. I de vattendrag med nuvarande populationer har dessutom endast en tredjedel av dessa dokumenterad föryngring och därmed innehar juvenila individer med en skallängd på högst 50 mm (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Vid inventering och avgörande om ett bestånd av flodpärlmussla däremot har livskraftig föryngring måste beståndet bestå av minst 20% juvenila individer (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Livskraftiga bestånd av arten finns fortfarande i vissa delar av Norrland (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

1.1.1 Turbiditet

Turbiditet är suspenderade sedimentpartiklar, både biotiska och abiotiska, som orsakar grumlighet i vattenförekomster. Turbiditet mäts genom att analysera hur mycket ljus som går igenom ett provrör. Detta ger ett mått på halten av lösa partiklar (Jones et al., 2020). Den enhet som oftast använts vid mätning av turbiditet är FNU som står för ”*Formazine Nephelometric Unit*” (SLU, 2017). Hög turbiditet leder bland annat till minskat ljusgenomsläpp samt reducering av primärproduktionen, vilket ger en hög påverkan på den resterande näringskedjan. Flodpärlmusslan är extra känsliga för låga syrehalter och minskade pH-värden i vattnet, vilket kan bland annat orsakas av sedimentation som sätter igen mellanliggande utrymmen i strömunderlagen (Wood & Armitage, 1997). En konsekvens av ökad turbiditet och sedimentationen i vattendragen kan också vara nedsatt födosökande aktivitet och tillväxt hos bland annat flodpärlmusslor (Degerman et al., 2009). De juvenila flodpärlmusslorna klarar lägre syrehalter under en begränsad tid, men hög turbiditet kan under längre tid slå ut hela bestånd (Naturvårdsverket, 2017). Hög turbiditet påverkar även öringen då sedimentation av passande lek- och inkubationsområden riskeras att minska vattenomsättningen i bottnen och därmed även syrehalten, detta leder till reducering av öringens rom (Larsen et al., 2009) samt att även adulta individer riskeras att kvävas (Naturvårdsverket, 2009). På detta sätt påverkas även flodpärlmusslan indirekt (Naturvårdsverket, 2005). Transport av fina partiklar till vattendrag orsakas främst av mänsklig aktivitet, såsom skogsbruk och lantbruk (Wood & Armitage, 1997). Sedimentation och transporten av partiklar från främst jord- och skogslandskap ger ofta fler

problem för den biologiska mångfalden och ekosystemen än vattenkvaliteten i allmänhet (Blann et al., 2009).

En tidigare studie har visat att föryngringsstatus för bestånd av flodpärlmussla har en stark negativ korrelation med turbiditet, vilket betyder att vatten med hög turbiditet har färre populationer av flodpärlmussla med föryngring (Degerman et al., 2013). En jämförelse som gjordes i södra Sverige mellan 24 populationer av flodpärlmussla indikerade även att turbiditet och sedimentation kan ha varit den största bidragande faktorn till bristen på föryngring hos 58 % av populationerna. Vidare verkar bristen på föryngring hos flodpärlmusslan vara mer relaterad till sin egen sårbarhet jämtemot turbiditet och sedimentation, än till öringens respons till habitatförändring av detta slag (Östling et al., 2010). Ökad sedimentation från områden med intensivt jordbruk förmodas också vara en stor bidragande faktor till en förminskning på 50 % av flodpärlmussla i den sydvästra delen av USA (Blann et al., 2009). Ett rekommenderat gränsvärde av turbiditet har tagits fram av Länsstyrelsen Västernorrland på 1 FNU (vårflod) (Länsstyrelsen Västernorrland, 2008). Värden över 1 FNU har visat sig ha en skadlig påverkan på flodpärlmusslornas föryngring (Degerman et al., 2009). Vid en studie om flodpärlmusslornas status i Västernorrland hade vattendrag med ett bestånd av flodpärlmussla utan dokumenterad föryngring ett medelvärde av turbiditet på 3,6 FNU. Jämförelsevis låg turbiteten i ett vattendrag med dokumenterad föryngring av flodpärlmussla på under 20 % istället på 0,94 FNU (Arvidsson et al., 2006). Enligt en annan inventering gjord av Länsstyrelsen Norrbotten under 2018 hade vattendraget Hundträskbäcken i Arvidsjaurs kommun ett livskraftigt bestånd av flodpärlmussla med en föryngring på 27,6 % i stället ett medelvärde av turbiditet på 0,41 FNU (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018; SLU, 2020b).

1.1.2 Ekologisk funktionella kantzoner och markanvändning

En ekologiskt funktionell kantzon innebär området närmast ett vattendrag eller annan vattenförekomst och är ytterst viktig för att uppnå en ekologisk god status i vattnet, i både jordbruks- samt skogsmark (Länsstyrelsen Jönköpings län, 2010; Corell, 2005). En ekologiskt funktionell kantzon skall främst bestå av vegetation såsom buskar och träd. Det fundamentala konceptet med ekologiskt funktionella kantzoner är att skydda mot erosion och ökad sedimentation, dessutom skyddas och främjas vattenkvaliteten genom kvarhållande av grundvatten i ett vegetativt område för att minska föroreningar till vattendraget. Ekologiskt funktionella kantzoner bidrar även med beskuggning och föda till akvatiska organismer (Länsstyrelsen, Jönköpings län, 2010). Kantzoner längs vattendrag hotas av avverkning till följd av intensifierat jord- och skogsbruk, detta leder bland annat till ändrade ljus- och temperaturförhållanden (Naturvårdsverket, 2005). Detta ger en direkt negativ inverkan på såväl

värdfiskbestånden som på flodpärlmusslorna (Artdatabanken, 2019). Flodpärlmusslor samt dess glochidielarver påverkas av höga temperaturer i vattnet. Arten trivs i temperaturer under 15 grader och musselbestånd påträffas därför vanligen i förbindelse till kantzoner med hög andel lövskog. Öringen är en kallvattensart och påverkas därför också negativt av en högre temperatur i vattnet. Vattendrag med temperaturer på 25 grader och högre är direkt dödlig för öringen (Hushållssällskapet, 2015). Minskning av ekologiskt funktionella kantzoner längs vattendrag leder även till minskad föda till vattenlevande organismer, ökade risker för erosion vid vattenkanten samt minskad skydd mot utsläpp av miljögifter och övergödning till vattnet (Naturvårdsverket, 2005).

Resultat från en tidigare studie indikerar på att skogsbruk har negativa effekter på flodpärlmusslans föryngring och värdfisk (Österling & Högberg, 2013). Korrelationstest gjorda i andra studier visade även att musselstatusen var bättre i områden med lägre andel åkermarker (Degerman et al., 2013). Resultat från en tidigare studie indikerar även på att lövskog är positivt relaterad till både öringen samt flodpärlmusslan. Resultatet visar även på att att reduktion av skogsindustri och arbetet för att behålla, samt bevara kvantiteten och kvaliteten av ekologisk funktionella kantzoner vid vattendrag är viktiga skyddsåtgärder för att återställa en livskraftig population av flodpärlmussla (Österling & Högberg, 2013). Vid skyddandet av ekologisk funktionella kantzoner kan då naturliga temperatur- och ljusförhållanden samt tillgången på substrat möjliggöras. Detta görs främst genom att plantera fler lövträd vid vattendrag samt återinföring av död ved i kantzonen (Länsstyrelsen Jönköpings län, 2010). En ytterligare studie har analyserat ett flertal terrestra och akvatiska faktorer kombinerat för att hitta potentiella hot mot flodpärlmusslan, författarna till den specifika studien menar även att samma slags analyser även bör appliceras till att hitta potentiella hot mot andra rödlistade arter (Österling & Högberg, 2013).

1.1.3 Markavvattning

Markavvattning räknas som vattenverksamhet och ingår därför i Miljöbalkens (1998:808) 11 kapitel och sker oftast för att anpassa marken till önskat ändamål (Sveriges Riksdag, 1998; Naturvårdsverket, 2017). Sådant kan till exempel vara bortpumpning av vatten från en våtmark för att få fram en bördig mark passande för odling. Markavvattning kan även vara utdikning, avrinning, fördjupning eller utvidgning av vattendrag. Rätning av vattendrag har också skett för att minska meandring och istället göra den rakare och bättre passa in i det homogena landskapets strukturer (Naturvårdsverket, 2017). Markavvattningar gör stor påverkan på miljön, bland annat leder det till ökad turbiditet med kraftig sedimentation och vattenförekomster som har blivit igenslammade. Markavvattning kan dessutom leda till att stora delar av ett vattendrag blir

uttorkade under sommartid (Naturvårdsverket, 2009). Även högt vattenflöde (Björås, 2012) samt dränering av skogsmark leder till att stora mängder partiklar tillförs till vattendrag (Naturvårdsverket, 2005). All markavvattning kräver tillstånd från Länsstyrelser, i vissa län är det förbjudet att utföra någon slags markavvattning för att bland annat skydda kvarvarande våtmarker, dock kan undantag ske. Innan 1986 fanns det ingen tillståndsplikt för markavvattning, därför har nästintill all markavvattning tillkommit innan den perioden (Naturvårdsverket, 2009). Dåtida händelseförlopp som kopplas till markavvattning kan ha hindrat vissa organismer från att existera i områdena runtomkring, trots att ingripanden appliceras för att återställa miljön i efterhand (Naturvårdsverket, 2017).

En studie som utfördes på Lillån i Örebros kommun i syfte att undersöka varför den utvalda ån inte hade någon föryngring av flodpärlmussla. Delavrinningsområdet bestod främst av lövskog medan åkermarker, hyggen samt industrier och bostäder upptog endast cirka 2 % av delavrinningsområdet. Den mest sannolika anledningen verkar istället vara markavvattningen i huvudfåran som gjordes för 60 år sedan. Markavvattningen har lett till att huvudfåran torkar ut varje vår och sommar och påverkar därför populationen av öring som sedan indirekt förhindrar föryngringen av flodpärlmussla (Englund et al., 2008).

1.1.4 Minskat bestånd av värdfisk

Tidigare inventeringar av flodpärlmusslor och dess tätheter visar att det finns en signifikant positiv korrelation mellan tätheter av flodpärlmussla och andelen Glochidielarver som har infekterat öring. Detta innebär att en kraftig minskning av värdfisk påverkar flodpärlmusslan negativt, då dess föryngring minskar eller uteblir helt (Tamario & Degerman, 2017; Degerman et al., 2013; Arvidsson & Söderberg, 2006). Vidare påvisar studier att när både adulta individer och årsungar av öring lades ihop fanns en positiv korrelation till juvenila musseldensiteten. Korrelationen innebär att föryngringen av flodpärlmussla var signifikant högre i vattendrag med en högre andel årsungar av öring. Detta tros bero på att immunförsvaret hos öring äldre än ett år är tillräckligt utvecklat för att bättre skydda fisken mot Glochidielarvinfektion i gälarna (Arvidsson et a., 2012; Degerman et al., 2013; Skogsstyrelsen, 2020). Minst 5 årsungar av öring per 100 kvadratmeter behövs för att flodpärlmusslan ska kunna få en hållbar föryngring (Degerman et al., 2013). Resultat från andra kontroller i vattendrag tyder dessutom på att öring som är naturligt förekommande bidrar till högre andel föryngring av flodpärlmussla än öring som är inplanterad (Länsstyrelsen Kalmar län, 2010).

1.1.5 Vandringshinder

Enligt undersökningar som Vägverket gjort är cirka hälften av alla utplacerade vägtrummor placerade på sådant sätt att de blir vandringshinder för bland annat öring (Vägverket, 2004). Dammar och vattenkraft utgör ytterligare ett vanligt vandringshinder för öring i rinnande vatten. Effekterna blir bland annat en ökad sedimentation, stillastående vatten, ökade vattentemperatur (Artfakta, n.d), fragmenterad vattenförekomst (Hushållssällskapet, 2015), samt hindrar födosök hos främst öring (Vägverket, 2004). Resultatet av detta kan bli att sjöar och vattendrags bestånd av öring minskas eller slås ut helt, vilket indirekt leder till att flodpärlmusslan försvinner (Vägverket, 2004). Borttagning av dessa vandringshinder samt restaurering av vattendrag med passande lekbotten är viktiga åtgärder för att bevara förekomsten av öring i vattendragen (Artfakta, n.d). För att hindra att öringar och andra fiskarter dör vid vattenkraftverk kan så kallade fiskvägar skapas runt vattenkraftverket. Av Sveriges ca 2000 vattenkraftverk är i dagsläget endast cirka 10 % av dessa utrustade med någon slags fiskväg för arter som vandrar uppströms (Havs- och Vattenmyndigheten, 2013).

1.2 Syfte, frågeställning och hypotes

1.2.1 Syfte

Syftet med studien är att ta reda på vilka miljöfaktorer som kan påverka flodpärlmusslans föryngring negativt i de utvalda vattendragen. Detta tas fram genom att med hjälp av t-tester analysera om det finns några statistiskt signifikanta skillnader mellan andelar turbiditet, åkermark samt kalhygge mellan vattendrag med respektive utan dokumenterad föryngring. Syftet med studien är också att ta reda på om dessa miljöfaktorer påverkar flodpärlmusslans föryngring i kombination med varandra i de utvalda vattendragen. Detta analyseras med hjälp av indexuträkningar och ytterligare t-tester. Miljöfaktorer som anses vara positiva för flodpärlmusslans föryngring analyseras dessutom i studien. Dessa miljöfaktorer är ekologisk funktionella kantzoner med lövskog vid bestånden av flodpärlmussla samt lövskog i delavrinningsområdena för respektive vattendrag.

Då inga av de utvalda vattendragen hyser livskraftiga bestånd av flodpärlmussla är slutligen ett syfte med studien att diskutera andra möjliga anledningar till detta för respektive vattendrag. Dessa anledningar kan till exempel vara markavvattningar som skett inom delavrinningsområdet, förekomst av vandringshinder eller brist på värdfisk. Resultatet från studien förväntas kunna bidra till bättre förståelse för flodpärlmusslans naturliga krav på sin närmiljö samt hjälpa bland annat länsstyrelser och kommuner vid fortsatt arbete med att bevara arten. Mer specifikt kan

studiens resultat vara behjälplig vid prioritering och utveckling av åtgärdsprogram för bland annat borttagning av vandringshinder, skapande av fiskvägar vid vandringshinder eller utveckling av ekologiskt funktionella kantzoner i de specifika vattendragen i studien, men även också i andra vattendrag med förekomst av flodpärlmussla.

1.2.2 Frågeställning och hypotes

Två frågeställningar tillämpas i studien om flodpärlmussla och dess föryngring.

1. Påverkar några av miljöfaktorerna i studien föryngringen av flodpärlmussla positivt alternativt negativt, i kantzoner alternativt i delavrinningsområden?

2. Påverkar kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge föryngring av flodpärlmussla negativt i kantzoner alternativt i delavrinningsområden?

De vetenskapliga frågeställningarna i studien besvaras genom att antingen acceptera eller avfärda tillämpade hypoteser i studien för respektive frågeställning.

1. H_0: Inga av miljöfaktorerna i studien påverkar föryngring av flodpärlmussla, varken positivt eller negativt, i kantzoner eller delavrinningsområden.

   H_1: Minst en miljöfaktor påverkar föryngring av flodpärlmussla, antingen positivt eller negativt, i kantzoner eller delavrinningsområden.

2. H_0: Kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge påverkar inte negativt föryngring av flodpärlmussla, varken i kantzoner eller i delavrinningsområden.

   H_1: Kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge påverkar negativt föryngring av flodpärlmussla i kantzon alternativt delavrinningsområden.

2 Metod

Studien gjordes i samarbete med Länsstyrelsen Västra Götaland, där tidigare inventeringar av flodpärlmussla ligger till grund för vidare analyser (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2014; Länsstyrelsen Västra Götaland, 2015; Länsstyrelsen Västra Götaland, 2018; Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). I metoddelen ingår förarbete med en tillhörande områdesbeskrivning, fältarbete med analys av turbiditet samt efterarbete, där analys i ArcMap samt ett flertal statistiska tester och indexuträkningar ingick.

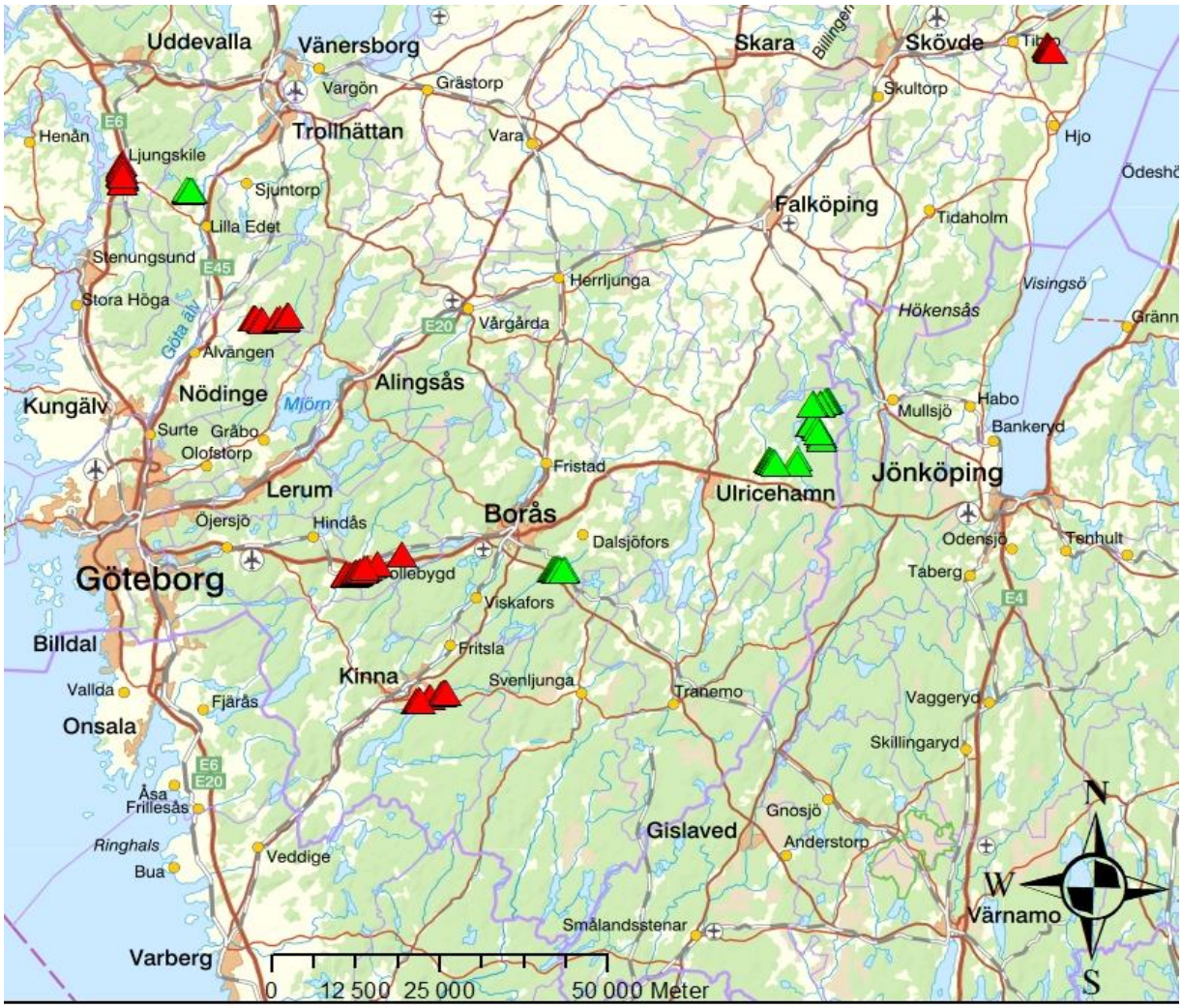
2.1 Förarbete

Information om flodpärlmusslor, turbiditet, ekologiska kantzoner och markanvändning, elfiske, markavvattning samt tidigare studier togs fram med hjälp av databaserna Scopus, Pubmed samt Web of Science. Information från andra rapporter och studier togs även fram av de ovanstående ämnena från kommuner, statliga myndigheter såsom Länsstyrelser, Hav – och Vattenmyndigheten samt privata miljökonsultfirmor. Tio vattendrag med bestånd av flodpärlmussla valdes ut från tidigare inventeringarna gjorda av Länsstyrelsen Västra Götaland. Detta gjordes genom att fem vattendrag utan föryngring och fem vattendrag med föryngring valdes ut slumpmässigt med hjälp av Excel 2013. Koordinater för startsträckor från de tidigare inventeringarna exporterades till ArcMap för en översikt av lokalerna. Den visuella översikten över inventeringslokalerna användes även vid framtagning av passande punkter för turbiditetsanalyser som ingick i fältarbetet, samt vid framtagning av kantzoner och delavrinningsområden. Två punkter valdes ut för varje vattendrag för provtagning av turbiditet, en vid beståndet samt en uppströms från bestånden av flodpärlmussla. En områdesbeskrivning gjordes slutligen av respektive vattendrag i studien.

2.1.1 Områdesbeskrivning

Vattendragen som har analyserats i denna studie med dokumenterad föryngring av flodpärlmussla är Sollumsån, Kolarebäcken, Tidan Strängsered, Lindåsabäcken samt Nordsjöbäcken. Vidare är vattendragen som har analyserats i studien utan dokumenterad föryngring av flodpärlmusslor Gärebäcken, Bratteforsån, Slereboån, Sorån samt Ljungaån. Samtliga vattendrag ligger i Västra Götalands län (Se Figur 1). Studien baseras på tidigare inventeringar av flodpärlmussla där inventeringsmetoden ”enkel statusbeskrivning” har använts i alla vattendrag förutom Ljungaån och Kolarebäcken, där istället ”statusbeskrivning” har använts. Vid enkel statusbeskrivning undersöks endast den del av vattendraget där beståndet anses vara mest livskraftig och där har bland annat antalet individer och andelen juvenila musslor räknas ut.

Vid en statusbeskrivning avgränsas vattensträckor med kända förekomster av flodpärlmussla där sedan slumpmässiga inventeringssträckor väljs ut. Därefter studeras beståndens täthet, föryngring, utbredning samt antal i de utvalda inventeringssträckorna (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Information om provfiske av öring från respektive vattendrag erhölls från SERS elfiskeregister (SLU, 2020a). Delavrinningsområdena/åtgärdsområdena för varje vattendrag i studien erhölls från GIS-skiktet "VM Åtgärdsområden Vattenförvaltningen". Information om eventuella vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsterna av flodpärlmussla erhölls från GIS-skikten ”LstO Vandringshinder för lax och havsöring” samt information över eventuell markavvattning i åkermark och kalhyggen i delavrinningsområden erhölls från GIS-skiktet ”LstO Markavvattning i Västra Götaland diken, rör och vallar". Samtliga skikt hämtades från Länsstyrelsernas geodatakatalog (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d) och importerades till ArcMap 10.5.



Figur 1. Översiktsbild över inventerade sjöar med flodpärlmussla gjord i ArcMap 10.5. Gröna trianglar symboliserar startsträckor för inventerade vattendrag med föryngring av flodpärlmussla medan röda trianglarna symboliserar startsträckor för inventerade vattendrag utan föryngring av flodpärlmussla.

Sollumsån

Sollumsån rinner igenom Lilla Edets kommun där delar av ån ingår i Natura 2000-område. Sollumsån har en föryngring av flodpärlmussla på 9 % av ett uppskattat bestånd på 84 460 (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2018). Resultatet från provfiske gjorda 2017 – 2019 av SLU och resultaten visas i tabell 1 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns inga vandringshinder inom delavrinningsområdet uppströms från förekomsten av flodpärlmussla. Ingen markavvattning förekom heller i kantzonen eller delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 1. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Sollumsån mellan 2017–2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	5,8	2,9
2018	6,8	5,7
2017	17,0	12,4

Tidan Strängsered

Tidan Strängsered rinner igenom Ulricehamns kommun och har en föryngring av flodpärlmussla på 5 % av ett uppskattat bestånd på cirka 19 000 (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). Resultatet provfiske som gjordes 2014, 2017 och 2018 visas i tabell 2 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns två vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet uppströms från förekomsten av flodpärlmussla. Ingen markavvattning förekommer i åkermark eller kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 2. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Tidan Strängsered under 2014, 2017 samt 2018 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2018	24,7	15,4
2017	4,4	2,5
2014	9,0	6,9

Kolarebäcken

Kolarebäcken rinner igenom Ulricehamns kommun och har en föryngring av flodpärlmussla på 7,7 % av ett uppskattat bestånd på cirka 639 individer. Beräkningar har visats att under sommaren 2018 dog cirka 90 % av beståndet ut, på grund av den rådande torkan (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). Resultatet från provfiske som gjordes 2016 - 2019 visas i tabell 3 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns inga vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Ingen markavvattning förekommer i åkermark eller kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 3. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Kolarebäcken mellan 2017–2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	5,1	2,2
2018	11,6	3,5
2017	10,7	7,0

Lindåsabäcken

Lindåsabäcken rinner igenom naturreservatet med samma namn i Borås kommun och har en föryngring av flodpärlmussla på cirka 6 % av ett uppskattat bestånd på cirka 7270 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2018). Resultatet från provfiske som gjordes 2017 - 2019 av SLU visas i tabell 4 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns inga vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Ingen markavvattning förekommer i åkermark eller kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 4. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Lindåsabäcken mellan 2017–2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	22,0	7,6
2018	29,0	10,6
2017	25,1	6,6

Nordsjöbäcken

Nordsjöbäcken rinner igenom Ulricehamns kommun och har en föryngring av flodpärlmussla på 6,3 % av ett uppskattat bestånd på cirka 1901 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). Resultatet från provfiske som SLU utförde vid två separata tillfällen under 2019 visas i tabell 5 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns ett vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Markavvattning i vattendrag förekom både i åkermark och kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 5. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Nordsjöbäcken vid två separata tillfällen under 2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	3,9	0,0
2019	2,4	0,0

Gärebäcken

Gärebäcken rinner igenom Tibros kommun, delar av bäcken ingår i ett Natura 2000-område. Vattendraget har ingen dokumenterad föryngring i ett uppskattat bestånd på 1901 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). Resultatet från provfiske som utfördes 2005 - 2007 av SLU visas i tabell 6 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns inga vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Ingen markavvattning förekommer i åkermark eller kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 6. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Gärebäcken mellan 2005–2007 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2007	8,1	1,4
2006	6,0	0,0
2005	10,9	8,1

Bratteforsån

Bratteforsån rinner igenom Uddevalla och Stenungssunds kommuner. Vattendraget har ingen dokumenterad föryngring av flodpärlmussla i ett bestånd som uppskattas till 9527 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2020). Resultatet från tre separata elfisketillfällen som utfördes 2016 av SLU visas i tabell 7 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns två vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Markavvattning i vattendrag förekom både i åkermark och kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 7. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Bratteforsån vid tre separata elfisketillfällen under 2016 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2016	79,9	73,9
2016	72,0	72,0
2016	87,7	86,1

Slereboån

Slereboån rinner igenom Ale kommun och har ingen dokumenterad föryngring av flodpärlmussla i ett bestånd som uppskattas till 10 751 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2014). Resultatet från provfiske som utfördes 2015, 2018 och 2019 av SLU visas i tabell 8 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns ett vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Markavvattning i vattendrag förekom både i åkermark och kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 8. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Slereboån mellan 2015–2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	69,4	42,1
2018	63	25,5
2015	39,6	4,3

Sörån

Sörån rinner igenom Bollebygd och Borås kommun och har ingen dokumenterad föryngring av ett bestånd som uppskattas till cirka 10 751 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2015). Resultatet från provfiske som utfördes 2017 - 2019 av SLU visas i tabell 9 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns ett vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Markavvattning i vattendrag förekom i åkermark inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 9. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Sörån mellan 2017–2019 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2019	20,3	16,3
2018	27,4	5,9
2017	39,1	14,8

Ljungaån

Ljungaån (även kallad Karlshedaån) rinner igenom Svenljunga och Marks kommun. Vattendraget har ingen dokumenterad föryngring av flodpärlmussla i ett bestånd som uppskattas till cirka 4121 individer (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2018). Resultatet provfiske som gjordes 2013 - 2015 av SLU visas i tabell 10 (SLU, 2020a). Vid översikt i ArcMap fanns inga vandringshinder uppströms inom delavrinningsområdet från förekomsten av flodpärlmussla. Markavvattning i vattendrag förekom både i åkermark och kalhygge inom delavrinningsområdet (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d).

Tabell 10. Resultat från elfiskeregistret – SERS från Ljungaån mellan 2013–2015 (SLU, 2020a).

År	Andel öring alla åldersklasser per 100 kvadratmeter	Andel årsungar öring per 100 kvadratmeter
2015	3,5	0,0
2014	1,6	0,0
2013	2,7	1,7

2.2 Fältarbete

Efter förarbetet mättes turbiditet i vattendragen där de utvalda beståndden av flodpärlmussla fanns med hjälp av turbiditetsmätare HI-93 703 av märket MAKAB, utfällbar vattenhämtare, GPS i mobilen samt en fältblankett (Se Bilaga 1). Två turbiditetsanalyser togs på två ställen per vattendrag, längre uppströms samt mitt i de inventerade beståndden av flodpärlmussla. Medelvärdet av turbiditetsmätningar räknas ut från respektive vattendrag. Gärebäcken analyserades 2020-03-17, Nordsjöbäcken och Tidan Strängsered analyserades 2020-03-19. Kolarebäcken, Bratteforsån, Sollumsån samt Sörån analyserades 2020-03-23 medan Lindåsabäcken, Slereboån och Ljungaån analyserades 2020-03-30.

2.3 Efterarbete

Efterarbetet innebar vidare analys i GIS, framtagning och arbete med indexuträkningar för kombinerade miljöfaktorer, statistiska tester i R samt en översiktlig diskussion över respektive vattendrag.

2.3.1 Analys i GIS

Vidare analys gjordes i ArcMap 10.5 där Nationella Marktäckedatan från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2019) och en topografisk webbkarta för visning (Lantmäteriet, nd) placerades i bakgrunden. Kantzonerna togs fram i ArcMap med hjälp av Nationella Marktäckedatan vid inventeringssträckorna med flodpärlmussla. De olika kantzonstyperna och dess respektive andelar i procent togs därefter fram och analyserades inom en bestämd radie (30 meter) med hjälp av verktyget Buffer Analysis. Därefter klipptes Marktäckedatan ut efter bufferytan med hjälp av verktyget Clip Analysis. Delavrinningsområdena modifierades för att enbart innehålla inventeringssträckorna med flodpärlmusslor samt all sammanhängande vattenförekomst och berörd markanvändning vid och uppströms från bestånden. Markanvändning inom delavrinningsområdet nedströms från bestånden togs istället bort från analysen. Detta för att få fram alla markklasser som påverkar flodpärlmusslorna. Andelarna av de olika markklasserna inom bufferzonerna samt delavrinningsområdena registrerades också för vidare analyser. GIS-skiktet över markavvattning i åkermark och kalhygge analyserades med hjälp av verktyget Intersect inom varje delavrinningsområde.

2.3.2 Index

Ett index användes för att kombinera olika faktorer som bidrar till minskad föryngring av flodpärlmussla. Indexet skapades i samband med studien och resulterar i ett värde vilket kombinerar turbiditet, åkermark och kalhygge för kantzon och delavrinningsområde för de olika lokalerna. Resultatet av indexuträkningen kan tolkas som att ju högre indexvärdet är, desto bättre är det specifika habitat för flodpärlmusslor. Ett högt värde innebär låg andel åkermark i kombination med låg andel kalhygge och ett lågt medelvärde för turbiditet.

Vid användandet av indexuträkning i studien togs först andelar markanvändning fram som inte bestod av åkermark och kalhygge genom att subtrahera 100 % med andelar åkermark och kalhygge i kantzoner och delavrinningsområden. Därefter divideras medelvärdena av turbiditet för respektive lokal från fältarbete med det högsta värdet (maxvärdet) av turbiditet som togs fram i studien, vilket var 15,54 FNU (Gärebäcken). Resultatet multiplicerades sedan med 100. Slutligen

subtraherades värdet för turbiditet från procentandelar markanvändning som inte var åkermark eller kalhygge (Se Tabell 11). Detta gjordes för respektive vattendrag för kantzon och delavrinningsområde.

För att få fram ett idealvärde som också kan agera maxvärde för indexet, och därmed symbolisera ett vattendrag med ett livskraftigt bestånd av flodpärlmussla, utgick beräkningarna från Hundträskbäcken i Arvidsjaurs kommun. Hundträskbäcken innehar ett livskraftigt bestånd av flodpärlmussla från inventering gjord 2018, där andelen musslor låg på < 50 mm låg på 27,6% och hade en turbiditet på 0,41 FNU samma år. Därefter gjordes antaganden för denna studie att det inte fanns några andelar åkermark eller kalhyggen i kantzonen eller i delavrinningsområdet för Hundträskbäcken. Detta resulterar i ett indexvärde på 97,4 för tillhörande kantzon samt delavrinningsområde (Se Tabell 12).

Tabell 11. Formel för användandet av index för ett kombinerat resultat som inkluderar åkermark, kalhygge samt medelvärde för turbiditet. Å: Andel åkermark i procent. H: Andel hygge i procent. MT: Medelvärde turbiditet.

Markanvändning		Turbiditet
100 % - (Å+H)	-	100 * (MT/15,54)

Tabell 12. Exempel på uträkning av index vid Hundträskbäcken med antaganden 0 % åkermark och 0 % hygge i kantzon och delavrinningsområde med ett medelvärde för turbiditet på 0,41 FNU.

Vattendrag	Markanvändning		Turbiditet
Hundträskbäcken	100 – (0+0)	-	100 * (0,41/15,54)
Förenkling av uträkning	100	-	2,6
Resultat		=	97,4

2.3.3 Statistiska tester i Excel och R

För att få fram vilka faktorer som kan påverka flodpärlmusslans föryngring, och därmed få en signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena i kantzoner och delavrinningsområden hos bestånd med respektive utan föryngring av arten utfördes t-tester i statistikprogrammet R (3.6.0) och tillhörande stapeldiagram gjordes i Excel 2013 och R. Först utfördes ett Shapiro Wilks test för att få fram om datan var normaldistribuerad eller inte, om P- värdet var över 0,05 var datan normaldistribuerad, och ett Levenes test gjordes därefter för att få fram om stickproverna hade homogen varians. Om även p-värdet från Levenes test också var över 0,05, vilket betyder att datan hade homogen varians, gjordes ett Two Sample t-test, annars gjordes ett Welch t-test. Var stickproverna inte normaldistribuerad gjordes det icke-parametriska t-testet Wilcoxon Sum Rank test.

2.3.4 Översiktlig diskussion över respektive vattendrag

Då inga av vattendragen innehar populationer av flodpärlmussla med livskraftig föryngring granskas därför vattendragen i studien var för sig i diskussionsdelen. Där inkluderas information om vattendragen från områdesbeskrivningen och markanvändningen från resultatdelen. Detta för att få fram en övergripande bild över respektive vattendrag och vad som kan behöva åtgärdas för att få bestånd med bättre föryngring.

2.4 Etiska aspekter

Vid provtagning av turbiditet vid fältarbete togs vattenproverna med vattenhämtare från land, vilket gjorde att det inte skedde någon störning i vattnet av till exempel fotsteg och liknande. Detta för att inte skada flodpärlmusslorna och andra organismer i vattnet och bidra till ökad turbiditet. Vid provtagningen togs vatten med vattenhämtaren bara några centimeter under vattenytan och hälldes sedan tillbaka i marken istället för i vattendraget för att inte då heller bidra till ökad turbiditet. Studien bör därför inte ha medfört något större ingrepp på organismerna eller miljön i området. Studien kan istället leda till att främja Länsstyrelsens framtida förvaltning av dessa vattendrag för att mer effektivt kunna skydda flodpärlmusslan då åtgärder förväntas kunna sättas in snabbare utan att länsstyrelsen behöver utföra egna behovsanalyser för vattendragen.

3 Resultat

3.1 Turbiditet

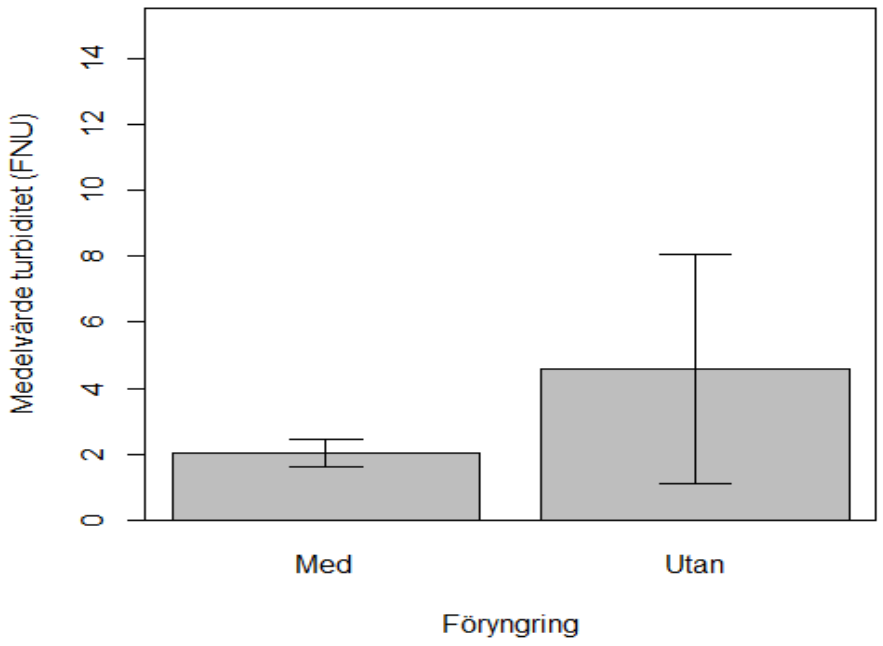
Resultatdelen nedtill består av medelvärdena av turbiditetsanalyser gjorda i mars 2020 från två olika kontrollplatser, med tillhörande koordinater för respektive vattendrag (Se Tabell 13) samt resultatet från t-tester för vattendrag med respektive utan dokumenterad föryngring av flodpärlmussla.

Shapiro Wilks test visar att både medelvärdet för med respektive utan föryngring var normaldistribuerad. Levene test för homogen varians gav ett p-värde som var över 0,05. Two Sample T-test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena för turbiditeten från mars 2020 för med (2,0 ± 0,396) respektive utan föryngring (4,57 ± 3,47) (Se Figur 2). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan de olika medelvärdena (p=0,14).

Tabell 13. Koordinater för analys av turbiditet och medelvärde av turbiditet för respektive vattendrag från fältarbete.

Vattendrag	Koordinater kontrollplats 1 (Sweref 99 TM)	Koordinater kontrollplats 2 (Sweref 99 TM)	Medelvärde (FNU)
Sollumsån**	6452597/328706	6452594/328376	1,67
Tidan Strängsered**	6409324/419853	6407936/419932	1,84
Kolarebäcken**	6414150/422 875	6416296/421942	2,66
Lindåsabäcken**	6393718/384503	6393677/383404	1,8
Nordsjöbäcken**	641046/415623	64107/1415183	2,15
Gärebäcken*	6409324/419853	6407936/419932	10,34
Bratteforsån*	6456884/318595	6455138/318611	5,31
Slereboån*	6432547/339484	6432767/342919	1,92
Sörån*	6392888/352565	6393679/354602	2,57
Ljungån*	6373432/362882	6374519/366549	2,72

**= Med föryngring, *= Utan föryngring



Figur 2. Medelvärde av turbiditet för vattendrag med (2,0 ±0,369) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (4,57± 3,47) med tillhörande standardavvikelse.

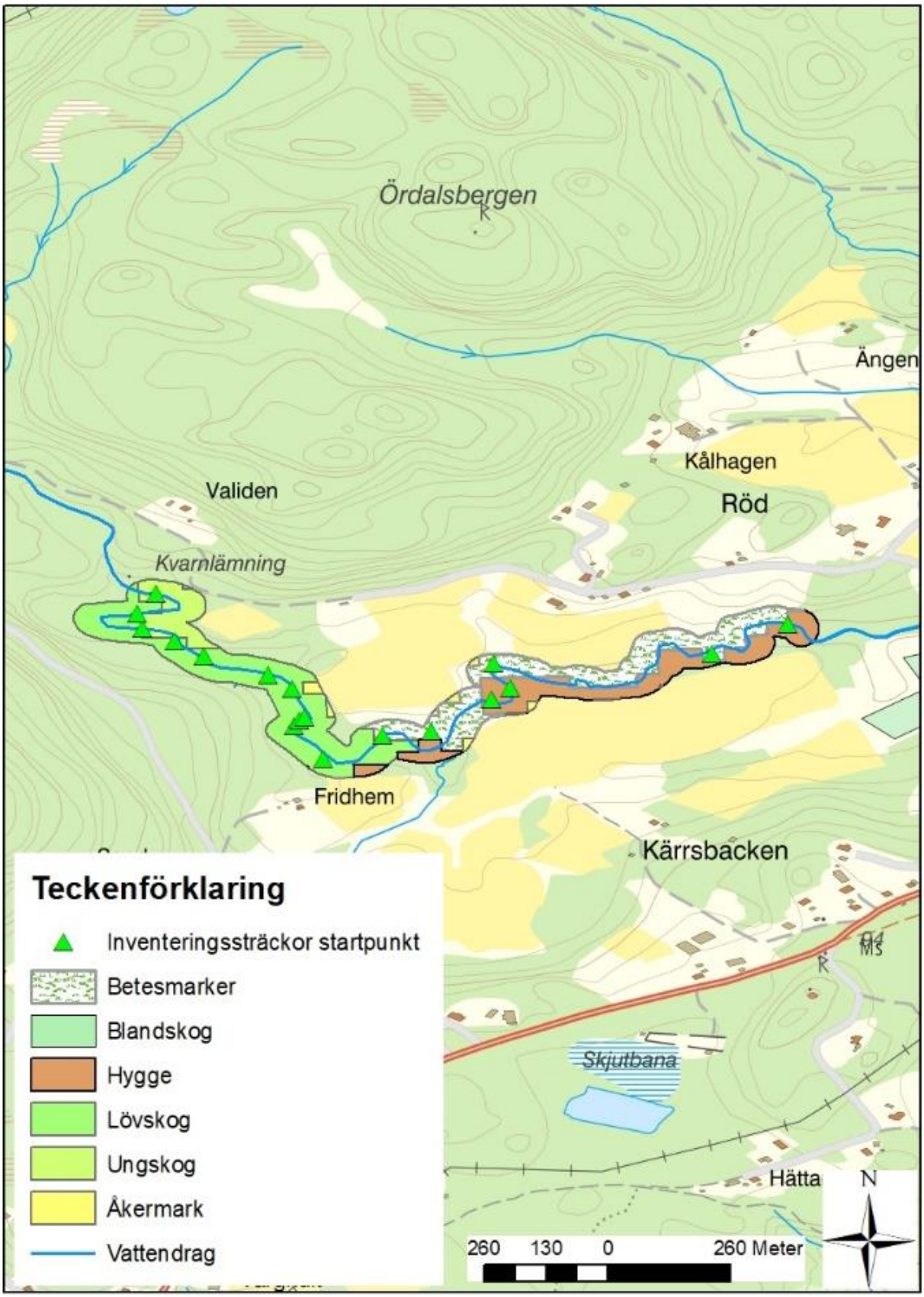
3.2 Åkermark, kalhygge och lövskog

Andelar lövskog, åkermark och kalhygge i kantzonerna och delavrinningsområden togs fram med hjälp av ArcMap och finns representerade för respektive vattendrag (Se Tabell 14). För exempelbild på resultat i ArcMap över kantzon och delavrinningsområde för bestånd av flodpärlmussla i Sollumsån se Figur 3 & 4. Resultat av samtliga statistiska tester över lövskog, åkermark och kalhygge i kantzoner och delavrinningsområden mellan vattendrag med respektive utan föryngring av flodpärlmussla visas i tabell 15 samt mer detaljerat i bilaga 2.

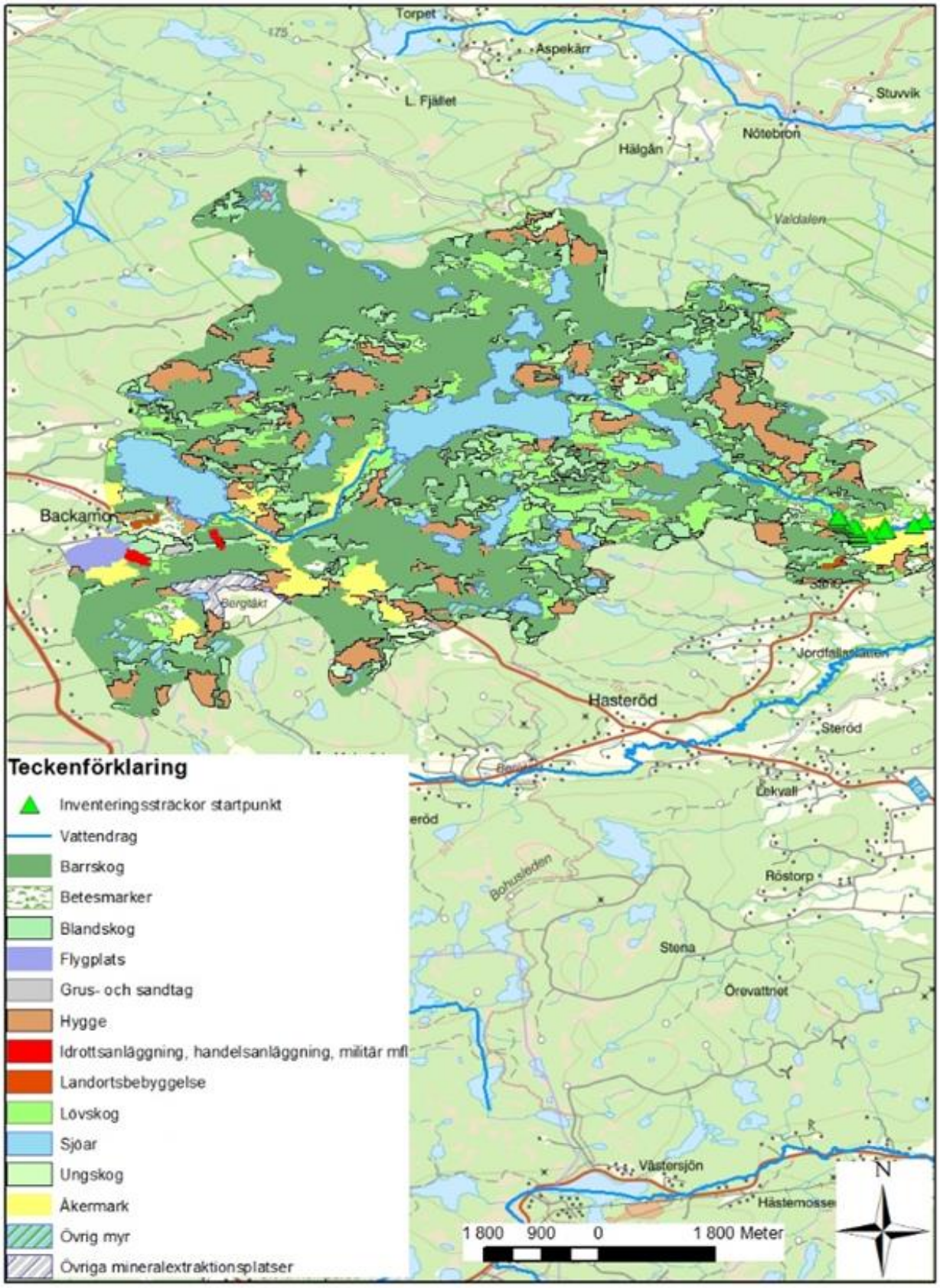
Tabell 14. Andelar lövskog, åkermark och kalhygge i kantzon och delavrinningsområde för respektive vattendrag.

Vattendrag	Lövskog Kantzon/ Delavrinningsområde (%)	Åkermark Kantzon/ Delavrinningsområde (%)	Kalhygge Kantzon/ Delavrinningsområde (%)
Sollumsån**	38/10	2/3	22/10
Tidan Strängsered**	13/5,5	2/4,7	11/11
Kolarebäcken**	26/10	2/4	12/15
Lindåsabäcken**	6/11	0/2	0/6
Nordsjöbäcken**	75/14	3/8,5	14/8
Gärebäcken*	16/5	0/0	0/11
Bratteforsån*	54/14	10/13,5	7/9
Slereboån*	9/3	21/3	6/9
Sörån*	75/7	8/4	14/8
Ljungaån*	21/9	11/5	10/11

** = Med föryngring, *= Utan föryngring



Figur 3. Övergripande illustration över samtliga markklasser i kantzon för beståndet av flodpärlmussla med föryngring i Sollumsån.



Figur 4. Övergripande illustration över samtliga markklasser inom delavrinningsområdet uppströms samt vid beståndet av flodpärlmussla med föryngring i Sollumsån.

Tabell 15. Medelvärde av andelar åkermark, kantzon samt lövskog i kantzoner samt delavrinningsområden för de indelade grupperna med vattendrag med respektive utan dokumenterad föryngring av flodpärlmussla samt p-värde efter t-tester vid jämförande av vattendrag med respektive utan dokumenterad föryngring av flodpärlmussla.

Markklass	Medelvärde (med föryngring)	Medelvärde (utan föryngring)	P-Värde
Åkermark kantzon	1,8 ± 1,09	7,2 ± 8,84	0,45
Åkermark delavrinningsområde	4,44 ± 2,49	5,10±5,05	0,051
Kalhygge kantzon	11,8 ± 7,88	5,2 ± 2,30	0,16
Kalhygge delavrinningsområde	10,0 ± 3,39	9,6±1,34	0,8
Lövskog kantzon	31,6±27,1	26,8 ± 17,7	0,74
Lövskog delavrinningsområde	10.1±3,04	7,6 ± 4,21	0,31

3.3 Index

Indexresultat togs fram med användandet av indexformeln som visas i tabell 11 samt med hjälp av turbiditetsvärden från tabell 13 och markklasserna från tabell 14 (Se Tabell 16). Resultatet av uträkning med hjälp av indexformel ger ett värde som kombinerar turbiditet, åkermark och kalhygge i kantzon samt delavrinningsområde för respektive vattendrag i studien.

Vid analys av indexresultatet i kantzonen för att få fram signifikant statistisk skillnad i medelvärdena visade Shapiro Wilks test att medelvärdet för gruppen med föryngring respektive utan föryngring hade normaldistribution. Levenes test för homogen varians gav därefter ett p-värde som var högre än 0,05. Two Sample t-test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena för förekomst med (73,66+-8,86) respektive

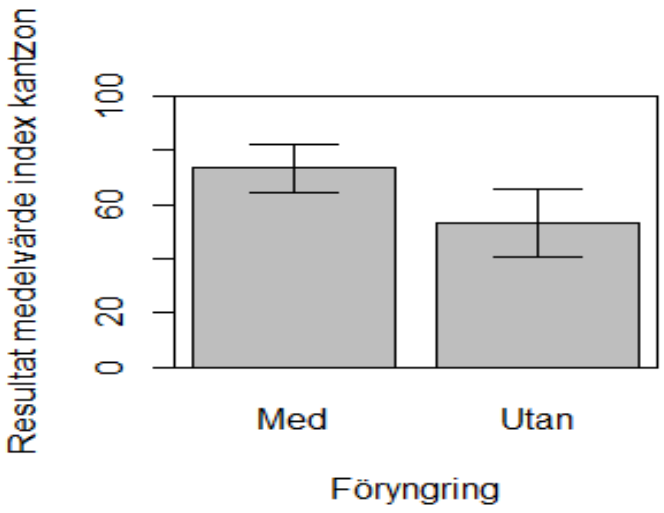
utan föryngring av flodpärlmussla (53,3+-12,69) i kantzonerna (Se Figur 5). Resultatet visade att medelvärdet för indexvärdet var signifikant större för kantzonerna hos vattendrag med dokumenterad föryngring av flodpärlmusslor än för vattendrag utan dokumenterad föryngring av flodpärlmussla (p= 0,018).

Indexvärde räknades även ut för respektive vattendrags delavrinningsområde. Shapiro Wilks test visade därefter att index-resultatet för vattendrag med respektive utan föryngring har normaldistribution. Levenes test för homogen varians gav ett p-värde som är högre än 0,05. Two Sample T-test kördes för att bestämma om det fanns någon skillnad mellan medelvärdet i index-resultatet mellan förekomster med (72,3 ± 6,1) respektive utan (56± 22,8) föryngring av flodpärlmussla i delavrinningsområdena (Se Figur 6). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan de olika medelvärdena (p-värde: 0,19).

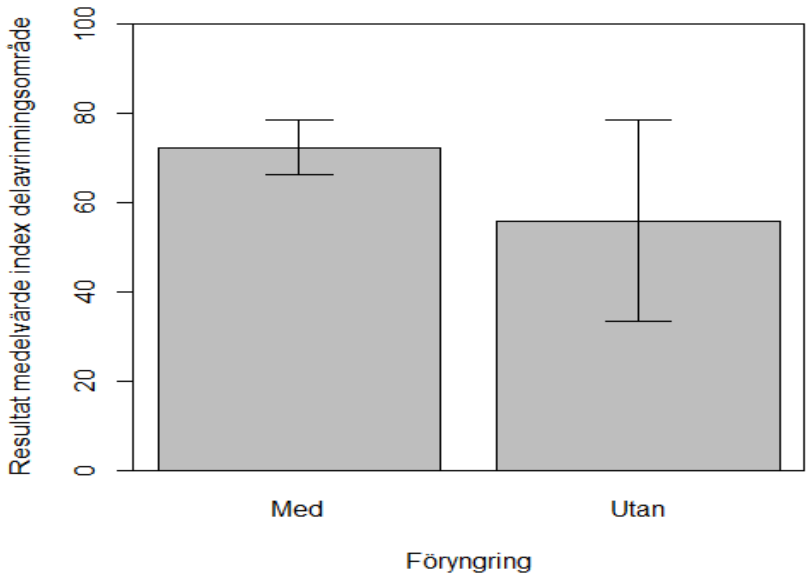
Tabell 16. Resultat av medelvärde vid uträkning med hjälp av indexformel för kantzon och delavrinningsområde för respektive vattendrag.

Vattendrag	Medelvärde (Kantzon)	Medelvärde (Delavrinningsområde)
Sollumsån**	65,3	76
Tidan Strängsered**	73,2	72
Kolarebäcken**	69	64
Lindåsabäcken**	88,5	80,5
Nordsjöbäcken**	72	69,5
Gärebäcken*	33,5	22,5
Bratteforsån*	49	43
Slereboån*	61	76
Sörån*	61,5	71,5
Ljungaån*	61,5	66,5

** = Med föryngring *= Utan föryngring



Figur 5. Medelvärde av indexet för kantzonen för vattendragen med (73,66+-8,95) respektive utan föryngring (53,3+-12,69). Spridningen kring medelvärdena illustreras av standardavvikelserna.



Figur 6. Medelvärde av indexet för delavrinningsområden för vattendragen med (172,8 ±6,5) respektive utan föryngring (155,3 ±21,96). Spridningen kring medelvärdena illustreras av standardavvikelserna.

4 Diskussion

4.1 Index

I studien användes en indexuträkning för att kombinera faktorerna turbiditet, åkermark och kalhygge (Se Tabell 11). Detta gjordes för att kunna avgöra om en kombination av nämnda faktorer behövs för att bevara samt förbättra flodpärlmusslans föryngring i vattendrag. Resultaten visade att medelvärdena av indexresultaten för kantzonerna (30 m från vattenytan uppåt land) med bestånd av flodpärlmussla med dokumenterad föryngring var signifikant högre än medelvärdena för indexresultaten för kantzonerna utan dokumenterad föryngring (Se Figur 5). Detta kan tolkas som att faktorerna hög turbiditet i kombination med hög andel åkermark och hyggen i kantzonerna har en signifikant negativ påverkan på föryngring av flodpärlmussla. Detta överensstämmer med resultatet från studien av Österling & Högberg (2013), där författarna också använder sig av kombinerade faktorer för att få fram potentiella hot mot bestånd av flodpärlmusslan.

Samma statistiska test utfördes även för delavrinningsområdena, där resultatet istället visade ingen signifikant statistisk skillnad (Se Figur 6). Detta kan tyda på att faktorerna hög turbiditet samt hög andel åkermark och hygge i kombination har högre påverkan på föryngringen av flodpärlmussla i artens direkta närområden än i större områden runt artens habitat. Därför kan det vara viktigare att hålla nere andelen åkermark och hyggen nära populationerna än i större kringområden. Medelvärdet efter indexuträkning i delområdena var ändå högre för vattendrag med dokumenterade bestånd (Se Tabell 16), vilket kan visa på dessa faktorers påverkan i kombination i delavrinningsområdena, även om påverkan på föryngringen inte är tillräckligt stark för att vara signifikant. Att indexresultaten för delavrinningsområdena inte har en signifikant skillnad mellan bestånd av flodpärlmusslor med respektive utan föryngring går istället emot resultaten från tidigare nämnda studier (Österling & Högberg, 2013).

4.1.1 Resterande t-tester

Analyser gjordes även separat för faktorerna turbiditet, åkermark samt lövskog i kantzoner och delavrinningsområden. Vid analys av medelvärdena för turbiditet gav t-tester ett p-värde på 0,14 (Se Figur 2), vilket visar att det inte finns någon signifikant statistisk skillnad i medelvärde för turbiditet mellan beståndden av flodpärlmussla med respektive utan dokumenterad föryngring. Detta överensstämmer inte med tidigare studier som visar att hög turbiditet har signifikant negativ påverkan på flodpärlmusslans föryngring (Degerman et al., 2013; Östling et al., 2010; Blann et al., 2009).

Analys av andelen åkermark i kantzon resulterade i ett p-värde på 0,80 (Se Bilaga 2). Detta visar att det inte finns någon statistisk signifikant skillnad för andelen åkermark i kantzonerna mellan bestånd med respektive utan förekomst av dokumenterad föryngring av flodpärlmussla. Detta resultat överensstämmer inte med tidigare studier i ämnet (Degerman et al., 2013) som visade att musselstatusen var bättre i områden med lägre andel åkermarker. T-test av åkermark i delavrinningsområde resulterade i ett p-värde på 0,051 (Se Tabell 15 & Bilaga 2), vilket påvisar att det finns en stark skillnad mellan medelvärdena för åkermark i delavrinningsområde mellan vattendrag med respektive utan föryngring av flodpärlmussla, men att skillnaden inte är tillräckligt stark för att bli signifikant. Att andelen åkermark i delavrinningsområde ändå är så pass starka stämmer delvis överens med resultatet från tidigare studie om åkermark i områden vid förekomst av flodpärlmussla (Degerman et al., 2013).

T-test av medelvärde för hygge vid kantzonerna (p= 0,81) och delavrinningsområde (p=0,80) för vattendrag med samt utan dokumenterad föryngring av flodpärlmussla visade resultaten att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (Se Tabell 15 & Bilaga 2). Detta resultat överensstämmer inte med Österling & Högberg (2013), som hävdar att områden med skogsbruk har negativa effekter på flodpärlmusslans föryngring. Resultaten visade istället att båda medelvärdena för hygge var högre för vattendrag med föryngring av flodpärlmussla.

Inga av medelvärdena för turbiditet, åkermark och hygge visade på en signifikant skillnad när analyser gjordes separat för dessa. Att de separata t-testerna för dessa faktorer för vattendrag med respektive utan föryngring av flodpärlmussla i kantzon och delavrinningsområdena inte visade på någon signifikant statistisk negativ skillnad kan visa på att ett kombinerat test med flera hot mot flodpärlmusslan bör tas med och kombineras för att få en mer verklighetstroget resultat vilket stämmer överens med resultatet från studien av Österling & Högberg (2013).

T-tester gjordes också för lövskog i kantzoner och delavrinningsområdena för vattendrag med respektive utan dokumenterad föryngring. Dessa t-tester resulterade i p-värden som alla var över 0,05 och därför inte kan anses som statistiskt signifikanta (Se Tabell 17 & Bilaga 2). Detta resultat överensstämmer inte med Österling & Högberg (2013) som menar att lövskog är positivt korrelerad med flodpärlmusslan och dess föryngring.

4.2 Övrigt

Resultatet visade bara på att det endast fanns signifikant statistisk skillnad vid användandet av kombinerade indexuträkningar mellan faktorerna hög åkermark, hygge samt turbiditet när dessa var i populationens direkta närhet. Detta kan visa på, som nämnt tidigare, att man bör ta med flera

faktorer för att få ett verklighetstroget resultat som återspeglar den rådande situationen för arten. Detta bör göras med ytterligare sambandsberäkningar, såsom linjära regressionsanalyser. En annan möjlig anledning till att resultatet inte visade på fler statistiskt signifikanta skillnader mellan medelvärdena kan vara för att inget av vattendragen med föryngring har ett livskraftigt bestånd av flodpärlmussla och därför inte heller uppvisar idealet av hur ett habitat skall se ut för att inneha ett växande bestånd av flodpärlmussla (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Hade områdena med föryngring av flodpärlmussla haft över 20 % föryngring så hade resultatet kunnat bli helt annat och då kunde testerna ha fått mer signifikant skillnad mellan med och utan föryngring för de olika faktorerna.

Fördelar med metoden som används i studien är att det inkluderar många olika faktorer som kan påverka flodpärlmusslans föryngring, vilket gör att man kan få fram flera olika resultat som alla kan bidra till bland annat turbiditet och brist på värdfisk. Stickprovet som användes i studien (n=10) var relativt litet, därför bör resultatet i studien endast ses som en indikation. Ju mindre stickprover, desto större skillnad gjorde varje vattendrag på resultaten. De analys som gjorts i denna studie endast kan symbolisera de specifika vattendragen i frågan och inte vattendrag i allmänhet. Vid val av andra vattendrag skulle resultaten kunna se helt annorlunda ut.

Turbiditetsproverna som togs under fältarbetet påvisade relativt stor varians, därför riskerar medelvärdena av turbiditeten att inte vara relevanta för att avspegla verkliga förhållanden och för att få fram korrekta medelvärden. I mars 2020 när turbiditetstesten togs som en del av fältarbetet var det ovanligt högt vatten i vattendragen, vilket också kan ha lett till högre turbiditet (Bjärås, 2012). Fluktuationer i turbiditeten kan också variera per säsong i olika vattendrag. Därför riskerar även resultaten i t-testerna att inte påvisa korrekta signifikanta skillnader.

Elfiskeundersökningen som gjordes av SLU var till stor hjälp vid genomgående analys av respektive vattendrag. Då det inte fanns någon regelbundenhet av elfiskeundersökning i varje aktuellt vattendrag gick det dock inte att ge några aktuella förslag på åtgärder när det gäller öringshanteringen i vattendragen med bestånd av flodpärlmussla. Då elfiskeundersökningar endast görs under vår/sommar fanns det inga resultat från 2020 att ta del av när studien utfördes vilket göra att slutsatserna hade kunnat se annorlunda ut om undersökning från det aktuella året hade ingått i studien.

Geografisk information som analyserats i ArcMap 10.5 är en förenklad bild av verkligheten och bör kombineras med expert och/eller lokalkännedom för att återge en så korrekt bild som möjligt. För de flesta GIS-analyserna i karttjänsten är det endast specifika faktorer som analyserats medan

det i verkligheten alltid finns fler faktorer som påverkar. Resultatet från GIS-analyserna är således en generalisering av verkligheten och bör hanteras därefter.

Vid analys av ekologiskt funktionella kantzoner valdes endast lövskog ut som representerar detta. Barrskog togs bort då den inte visat sig ha lika stor positiv påverkan på flodpärlmusslans föryngring. Barrskog valdes dessutom bort då en stor del består av produktionsskog som förr eller senare istället kommer bidra till andelen kalhyggen i kantzoner och delavrinningsområdena.

4.3 Diskussion av varje specifikt vattendrag

Alla vattendrag som valts ut i studien har mindre än 20 % föryngring av flodpärlmussla. Detta betyder att bestånden inte är livskraftiga och behöver öka i andelen föryngring för att öka i antal (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Särskilt oroande är dessutom det faktum att samtliga vattendrag med föryngring i denna studie hade medelvärden på över gränsvärdet på 1 FNU (Se Tabell 13), då detta har en skadlig påverkan på flodpärlmusslornas föryngring enligt Degerman et al (2009). Samtliga medelvärden av turbiditet, både från vattendrag med respektive utan föryngring, var dessutom högre än medelvärdena som togs fram av Länsstyrelsen i Västernorrland i ett vattendrag med livskraftig föryngring (Länsstyrelsen Västernorrland, 2018).

Sollumsån

Sollumsån har en relativt hög andel hygge i kantzonen samt låg andel lövskog i delavrinningsområdet (Se Tabell 14), vilket är negativt för flodpärlmusslans föryngring enligt tidigare studier (Österling & Högberg, 2013). Vattendraget har dessutom en låg andel värdfisk (Se Tabell 1)(Degerman et al., 2013).

Tidan Strängsered

Tidan Strängsered har en relativt hög andel kalhygge i kantzonen (Se Tabell 14), vilket kan vara en anledning till att beståndet inte är livskraftigt (Naturvårdsverket, 2005; Artdatabanken, 2019; Österling & Högberg, 2013).

Kolarebäcken

Kolarebäcken innehar en relativt hög andel hygge i kantzonen, samt låga andelar lövskog i delavrinningsområdet (Se Tabell 14). Kolarebäcken har dessutom låga andelar årsungar av öring per 100 kvadratmeter (Se Tabell 3) vilket också hämmar föryngringen (Degerman et al., 2013).

Lindåsabäcken

Lindåsabäcken påvisar inga tydliga riskfaktorer av de som ingår i studien som kan förklara varför vattendraget inte har livskraftigt bestånd av flodpärlmussla. En anledning kan dock också vara att det finns relativt låga andelar lövskog i kantzonen samt i delavrinningsområdet (Se Tabell 14)(Ö sterling & Högberg, 2013).

Nordsjöbäcken

Nordsjöbäcken innehar relativt hög andel kalhygge i kantzonen samt låga andelar lövskog i delavrinningsområdet (Se Tabell 14). Vattendraget har även låga andelar årsungar av öring per 100 kvadratmeter (Se Tabell 5) samt markavvattning i åkermark och kalhygge som kan vara en stor bidragande faktor till varför vattendraget inte har en högre föryngring av flodpärlmussla (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d; Naturvårdsverket, 2009; Degerman et al., 2013; Österling & Högberg, 2013). Detta skulle då överensstämma med tidigare studier (Englund et al., 2008). Nordsjöbäcken har dessutom vandringshinder uppströms från beståndet av flodpärlmussla, vilket kan vara en orsak till bristen på värdfisk (Länsstyrelsernas geodatakatalog, n.d; Vägverket, 2004).

Gärebäcken

Gärebäcken innehar låga andelar lövskog i delavrinningsområdet (Se Tabell 14), vilket kan vara en anledning till det höga medelvärdet av turbiditet samt varför vattendraget inte har någon dokumenterad föryngring (Länsstyrelsen, Jönköpings län, 2010; Artdatabanken, 2019; Naturvårdsverket, 2005; Österling & Högberg, 2013; Tamario & Degerman, 2017; Degerman et al., 2013; Arvidsson & Söderberg, 2006). Gärebäcken har dessutom för låga andelar årsungar av öring för att kunna ha en bra föryngring av flodpärlmussla (Se Tabell 6)(Degerman et al., 2013; SLU, 2020a).

Bratteforsån

Bratteforsån har en relativt hög andel åkermark och kalhygge i kantzonen (Se Tabell 14) samt markavvattning i åkermark och kalhygge i delavrinningsområdet. Detta kan vara en stor bidragande faktor till det höga medelvärdet av turbiditet samt bristen på föryngring av flodpärlmussla (Österling & Högberg, 2013; Degerman et al., 2013; Björås, 2012; Naturvårdsverket, 2005; Englund et al., 2008).

Slereboån

Slereboån innehar relativt höga andelar åkermark i kantzonen samt låga andelar lövskog i delavrinningsområdet (Se Tabell 14) som kan ha bidragit till att det att det inte finns någon dokumenterad föryngring i vattendraget (Österling & Högberg, 2013; Degerman et al., 2013). I delavrinningsområdet finns dessutom markavvattning i åkermark och kalhygge som även där kan vara en bidragande faktor till bristen av föryngring av flodpärlmussla (Länsstyrelsernas geodatakatalog n.d; Österling & Högberg, 2013; Naturvårdsverket, 2009; Englund et al., 2008).

Sörån

Sörån har relativt höga andelar kalhygge i kantzonen (Se Tabell 14) som kan ha varit bidragande till bristen av föryngring i vattendraget (Österling & Högberg, 2013; Naturvårdsverket, 2009). Vattendraget har dessutom brist på årsungar av öring per 100 kvadratmeter (Se Tabell 9) som också kan vara en anledning till bristen på föryngring i vattendraget (Degerman et al., 2013). Även Söråns delavrinningsområde har blivit utsatt för markavvattning i åkermark och kalhygge, vilket även där kan vara en stor bidragande faktor till bristen på föryngring (Länsstyrelsernas geodatakatalog n.d; Österling & Högberg, 2013; Naturvårdsverket, 2009; Englund et al., 2008).

Ljungaån

Ljungaån har relativt höga andelar åkermark i kantzonen samt låga andelar lövskog i delavrinningsområde (Se Tabell 14). Detta kan vara negativt för föryngringen av flodpärlmussla (Degerman et al., 2013; Österling & Högberg, 2013). I senaste elfiskeundersökningen som gjordes 2015 hittades inga årsungar av öring (Se Tabell 10)(SLU, 2020a). Detta kan också vara en anledning till bristen på föryngring i vattendraget då årsungar av öring behövs för en lyckad föryngring av flodpärlmussla (Tamario & Degerman, 2017; Degerman et al., 2013; Arvidsson & Söderberg, 2006). Även markavvattning i åkermark och kalhygge finns i delavrinningsområdet som också kan vara sannolika anledningar till bristen på föryngring (Länsstyrelsernas geodatakatalog n.d; Naturvårdsverket, 2009; Björås, 2012; Englund et al., 2008).

4.4 Slutsats

Med hjälp av resultatet kan studiens första frågeställning ”påverkar några av miljöfaktorerna i studien föryngringen av flodpärlmussla positivt alternativt negativt, i kantzonerna respektive i delavrinningsområdena?” besvaras genom att den alternativa hypotesen ” H_1: Kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge påverkar negativt föryngring av flodpärlmussla i kantzon alternativt delavrinningsområden” delvis behålls med det faktum att miljöfaktorerna turbiditet,

åkermark och kalhygge påverkar flodpärlmusslans föryngring negativt, dock endast i kombination med varandra. Detta leder även till att den andra frågeställningen ”Påverkar kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge föryngringen av flodpärlmussla negativt i kantzoner eller alternativt i delavrinningsområden?” också kan besvaras genom att den alternativa hypotesen ” H_1: Kombination av turbiditet, åkermark och kalhygge påverkar negativt föryngring av flodpärlmussla i kantzon alternativt delavrinningsområden” behålls.

Flertal möjliga anledningar varför vattendragen i studien inte har livskraftiga bestånd av flodpärlmussla påvisas i diskussionsdelen för varje enskilt vattendrag. En av anledningarna kan vara den höga turbiditet som alla vattendrag hade, vilket kan bero på markavvattningar, kalhyggen och åkermark främst i kantzonen. Dessa faktorer förekom i många av de aktuella vattendragen. Brist på värdfisk kan vara en annan anledning, vilket förekom i Sollumsån, Kolarebäcken, Nordsjöbäcken, Gärebäcken, Sörån och Ljungaån. Bristen på värdfisk kan bero på hög turbiditet samt vandringshinder uppströms som förekom i några av vattendragen. Det är av stor vikt att åtgärder sätts in i de aktuella vattendragen, främst i de som redan har föryngring, för att inte riskera att föryngringen skall upphöra även där.

5 Tack

Vill ge ett stort tack till handledare Agneta Christensen samt Maria Owemyr på Länsstyrelsen Västra Götaland för hjälp och stöd vid planering samt utförande av analyser under arbetets gång. Vill också ge ett stort tack till handledare Niclas Norrström på Högskolan i Skövde för stöd och hjälp med studien.

6 Referenser

Artdatabanken, (2019) Flodpärlmussla (Margaritifiera margaritifiera) Hämtad 2020-02-01 från https://artfakta.se/artbestamning/taxon/margaritifera-margaritifera-101268

Artfakta (n.d) Flodpärlmussla Margaritifiera margaritifiera. Hämtad 2020-02-13 från https://artfakta.se/naturvard/taxon/101268

Arvidsson, A., & Söderberg, H., (2006) Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? Hämtad 2020-04-27 från http://fmtl.gislink.no/elvemusling/kilder/ID_127.pdf

Arvidsson, B., Österling, M. & J. Hultman., (2012*)* Recruitment of populations of freshwater pearl mussels (Margaritifera margaritifera) in relation to mussel population size and host density. In dissertation "Ecology of freshwater pearl mussels in disturbed environments". Aquatic Conservation 22 (4). https://doi.org/10.1002/aqc.2240

Bjärås, I., (2012) Segeå, ett vattendrag mitt i jordbrukslandskapet. Hämtad 2020-04-27 från http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=3450660&fileOId=3450661

Blann, K.L., Anderson, J. L., Sands, G. R. & Vondracek, B., (2009) Effects of Agricultural Drainage on Aquatic Ecosystems: A Review. Critical Reviews in Environmental Sciense and Technology, 39 (11), 909-1001.

Boon, P., Cooksley, S., Geist, J., Killeen, J., Moorkens, E., Sime, I. (2019). Developing a standard approach for monitoring freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) populations in European rivers. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 2019;29: 1365-1379

Corell, D., (2005) Principles of planning and establishment of buffer zones. Ecology Engineering 24 (5), 433-439.

Degerman, E., Andersson, K., Söderberg, H., Norrgrann, O., Henrikson, L., Angelstam, P., & Törnblom, J., (2013) Predicting population status of freshwater pearl mussel (Margaritifiera margaritifiera L.) in central Sweden using instream and riparian zone land-use data. Aquatic Conservation 23 (2). https://doi.org/10.1002/aqc.2322

Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B-E., Larsen, B.M. &

Söderberg, H., (2009). Restaurering av flodpärlmusselvatten. Hämtad 2020-02-06 från http://hammarbacken.eu/images/dokument/Restaurering%20av%20FPM%20vatten.pdf

Englund, D., Brunberg, A., & Jacks, G., (2008) A Case study of a freshwater pearl mussel (margaritifiera margaritifiera) population in central Sweden. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 90 (4), 251–258.

Havs- och vattenmyndigheten (2013) Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Hämtad 2020-05-12 från https://www.havochvatten.se/download/18.5f66a4e81416b5e51f73113/1383209282924/rapport-hav-2013-14-anordningar-passage-fisk.pdf

Havs- och vattenmyndigheten (2018) Flodpärlmussla (Margaritifiera margaritifiera). Hämtad 2020-02-03 från https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/flodparlmussla.html

Havs- och vattenmyndigheten (2017) Åtgärdsprogram för flodpärlmussla. Hämtad 2020-02-12 från https://www.mellerud.se/media/435802/2017-08-15-bilaga-%C3%A5tgardsprogram-for-flodparlmussla.pdf

Havs- och vattenmyndigheten (2016) Stormusslor. Hämtad 2020-03-15 från https://www.havochvatten.se/download/18.2a9deb63158cebbd2b44f23f/1481199023412/stormusslor.pdf

Hushållssällskapet (2015) Biotopvårdsplan för flodpärlmusslor och ”Rottnaöring” i Bratta älv. Hämtad 2020-03-02 från https://sunne.se/globalassets/upload/miljo_halsa/dokument/naturvardsprojekt/biotopvardsplan-for-flodparlmussla-och-rottnaaringen-i-bratta-alv-2015.pdf

Jones, R., Giofre, N., Luter, H, M., Neoh, T, L., Fisher, R., & Duckworth, A., (2020) Responses of coral to chronic turbidity. Scientific Reports 10(1):4762. DOI: 10.1038/s41598-020-61712-w.

Lantmäteriet (n.d) Topografiskt webbkarta Visning. Hämtad 2020-02-18 från https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/topografisk-webbkarta-visning/

Larsen, S., Vaughan, I. P., & Ormerod, S. J. (2009) Scale-dependent effects of fine sediments on

temperate headwater invertebrates. Freshwater Biology, 54: 203-219, doi: 10.1111/j.1365-2427.2008.02093.x

Länsstyrelsernas Geodatakatalog (n.d). "LstO Vandringshinder för lax och havsöring" samt "LstO Markavvattning i Västra Götaland diken, rör och vallar". Hämtade 2020-04-01 från https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/

Länsstyrelsen Jönköpings län. (2010). Ekologiskt funktionella kantzoner vid vatten. Hämtad 2020-02-02 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1dfa69ad1630328ad7c62db5/1526068565018/Kantzoner%20-%20Folder.pdf

Länsstyrelsen Kalmar län (2010) Projekt Flodpärlmussla och dess livsmiljöer i Sverige med fokus på Kalmar län. Hämtad 2020-05-01 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.7ab1493f1677d97be137c94/1544773939813/Flodp%C3%A4rlmussla%20i%20Kalmar%20l%C3%A4n%202009.pdf

Länsstyrelsen Norrbotten (2018). Artövervakning- Flodpärlmussla 2018. Hämtad 2020-06-06 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.26f506e0167c605d569348fc/1550584711469/Art%C3%B6vervakning%20Flodp%C3%A4rlmussla%202018%20-%20Resultatblad.pdf

Länsstyrelsen Västra Götalands län (2020) Flodpärlmusslan status i Västra Götalands län. Hämtad 2020-02-03 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.7a5fa68e170c024b32812b4/1583856372057/2020_04.pdf

Länsstyrelsen Västra Götalands län (2018) Flodpärlmusslans status i Västra Götalands län. Hämtad 2020-02-03 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.728c0e316219da8135bbec7/1526068048909/2018-18.pdf

Länsstyrelsen Västra Götaland (2015) Flodpärlmusslans status i Västra Götalands län. Hämtad 2020-02-03 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.4da86a5a16488a299bc67b7/1531731632503/2015-10.pdf

Länsstyrelsen Västra Götaland (2014) Flodpärlmusslans status i Västra Götalands län. Hämtad 3 februari från https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1278931/FULLTEXT01.pdf

Länsstyrelsen Västernorrland (2008) Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. Hämtad 2020-03-12 från https://www.lansstyrelsen.se/download/18.6ae610001636c9c68e5543ac/1531210052021/Status,%20trender%20och%20skydd%20f%C3%B6r%20flodp%C3%A4rlmusslan%20i%20Sverige.pdf

Naturvårdsverket (2019) Ladda ned Nationella Marktäckedata. Hämtad 2020-02-18 från https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Kartor/Nationella-Marktackedata-NMD/Ladda-ned/

Naturvårdsverket (2017) Miljökonsekvenser av markavvattning och dikesrensning, en kunskapssammanställning. Hämtad 2020-04-10 från https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6777-9.pdf?pid=20795

Naturvårdsverket (2009) Markavvattning och rensning – handbok för tillämpningen av bestämmelserna i 11 kapitlet i miljöbalken. Hämtad 2020-04-08 från http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0163-6.pdf?pid=2590

Naturvårdsverket (2005) Åtgärdsprogram för bevarande av flodpärlmussla. Hämtad 2020-02-05 från https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5429-5.pdf

Skogsstyrelsen (2020) Flodpärlmusslan i Hedströmmen. Hämtad 2020-10-07 från https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/projektwebbplatser/grip-on-life-ip/broschyrer-och-faktablad/faktablad---flodparlmusslan-i-hedstrommen.pdf

SLU (2017) Turbiditet/ grumlighet. Hämtad 2020-04-18 från https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/laboratorier/vattenkemiska-laboratoriet/detaljerade-metodbeskrivningar/turbiditet/

SLU (2020a) Databasen för provfiske I vattendrag – SERS. Hämtad 2020-05-05 från https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/elfiskeregistret/

SLU (2020b) Miljödata MVM. Hämtat 2020-05-13 från https://miljodata.slu.se/MVM/Search

Sveriges riksdag (1994) Förordning (1994:1716) om fisket, vattenbruket och fiskenäringen. Hämtat 2020-10-03 från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-19941716-om-fisket-vattenbruket_sfs-1994-1716

Sveriges riksdag (1998) Miljöbalk (1998:808). Hämtad 2020-10-03 från: Miljöbalk (1998:808) Svensk författningssamling 1998:1998:808 t.o.m. SFS 2021:1018 - Riksdagen

Tamario, C., & Degerman., E (2017) Flodpärlmusslan i landskapet. Hämtad 2020-04-13 från https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/aqua-reports xxxx_xx/aquarapporter/2017/aqua-reports_2017_14_2.pdf

Vägverket (2004) Vägtrummor som vandringshinder. Hämtades 2020-04-13 från https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12036/RelatedFiles/2004_199_vagtrummor_som_vandringshinder_samarbetsprojekt_dalarna.pdf

Världsnaturfonden WWF (2011) Flodpärlmussla – skogsvattnets skatt. Hämtad 2020-02-03 från https://wwwwwfse.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2019/01/flodparlmussla-skogsvattnens-skatt-2011.pdf

Wood, P., & Amirtage, P., (1997) Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment. Environmental Management 21, 203-217 (1997)

Österling, M., & Högberg, J, O., (2013) The impact of land use on the mussel Margaritifiera margaritifiera and its host fish Salmo trutta. Hydrobiologia 725, 213-220(2014)

Östling, M., Arvidsson, B., & Greenberg, A., (2010) Habitat degradation and the decline of the threatened mussel Margaritifiera margaritifiera: influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. Journal of Applied Ecology, 47: 759-768. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01827.x

7 Bilagor

7.1 Bilaga 1. Fältblankett

Utförare:

Datum:

Vattendrag:

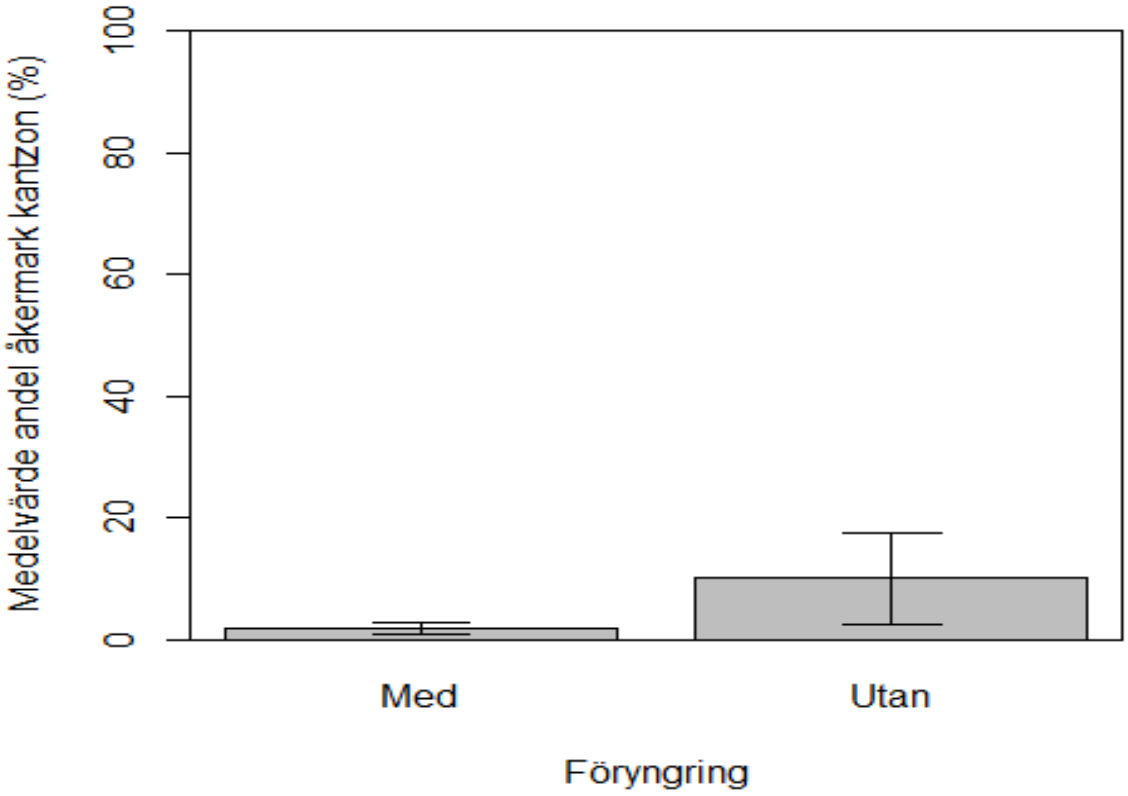
Punkt	X-koordinater	Y-koordinater	FNU
1			
2			
			Medelvärde:

Beskrivning av området:

7.2 Bilaga 2. Statistiska tester för åkermark, kalhygge samt lövskog i kantzon och delavrinningsområde

Åkermark kantzon

Shapiro Wilks test visade att varken medelvärdena för med (0,0135) respektive utan föryngring (p=0,0217) hade p-värde över 0,05 och var därför inte normaldistribuerade. Wilcoxon rank Sum test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena av andelen åkermark i respektive kantzon för vattendrag med (1,8 ± 1,09) respektive utan föryngring (7,2 ± 8,84) (Se Figur 7). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (p= 0,45).

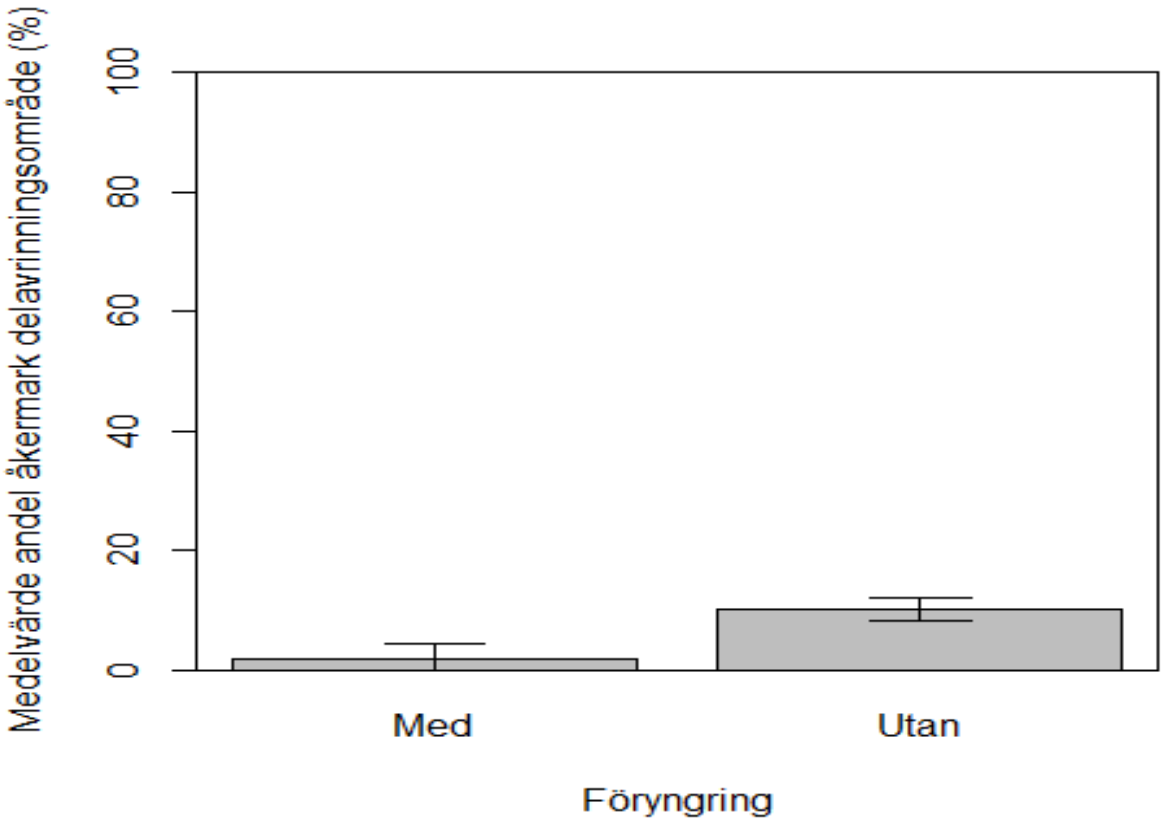


Figur 7. Medelvärde för andelar åkermark i kantzon för vattendrag (1,8 ± 1,09) med respektive utan föryngring av flodpärlmussla (7,2 ± 8,84) med tillhörande standardavvikelse.

Åkermark delavrinningsområde

Shapiro Wilks test visade att medelvärdet för med (p=0,42) respektive utan föryngring (p=0,28) båda hade ett p-värde över 0,05 och är därför båda normaldistribuerade. Levene test för homogen varians gav ett p- värde på 0.46. Two Sample T-test kördes för att ta reda på om det fanns någon

signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena av andelen åkermark i respektive delavrinningsområde för vattendrag med (4,44 ± 2,49) och utan föryngring av flodpärlmussla (5,10±5,05) (Se Figur 8). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (p=0,051).

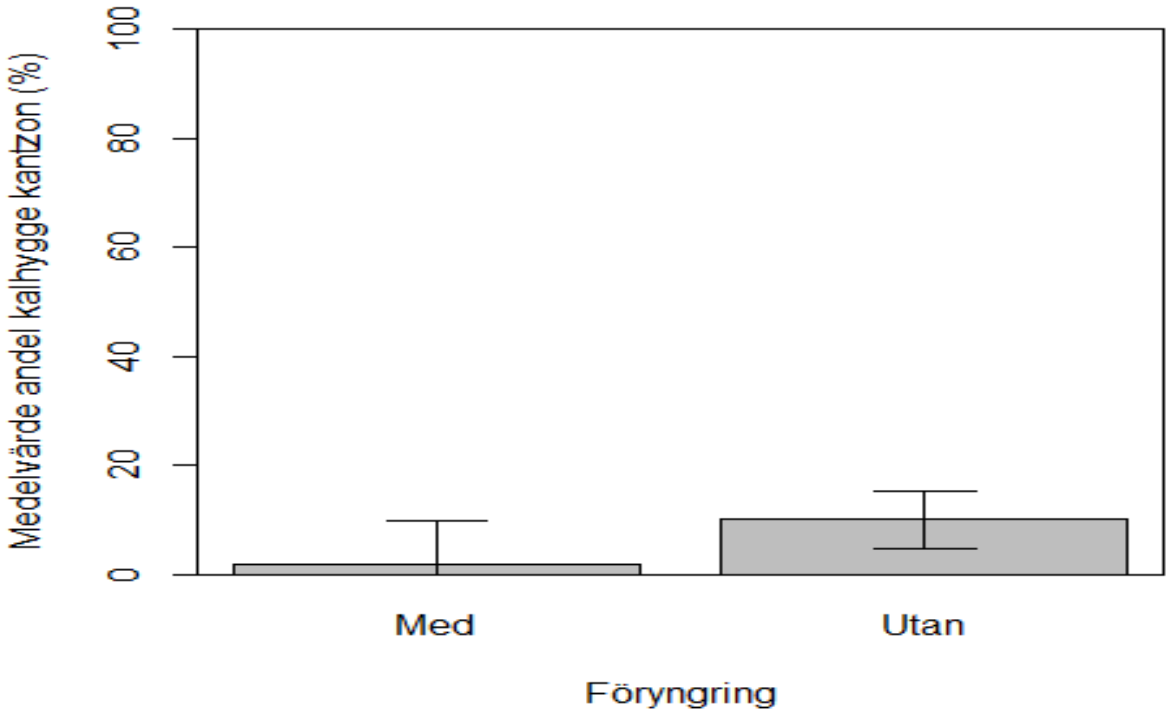


Figur 8. Medelvärde för åkermark delavrinningsområde för vattendrag med (4,44 ± 2,49) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (5,10 ± 5,05) med tillhörande standardavvikelse.

Kalhygge kantzon

Shapiro Wilks test visade att medelvärdet för med (p=0,71) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (p=0,29) båda hade ett p-värde över 0,05 och är därför båda normaldistribuerade. Levene test för homogen varians gav ett p-värde på 0,2. Two Sample T-test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena av andelen kalhygge i respektive kantzon för vattendrag med (5,2 ± 2,30) och utan föryngring av flodpärlmussla (11,8 ± 7,88) (Se Figur 9). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan medelvärdena för andelen kalhyggen inom kantzonerna för bestånd med respektive utan

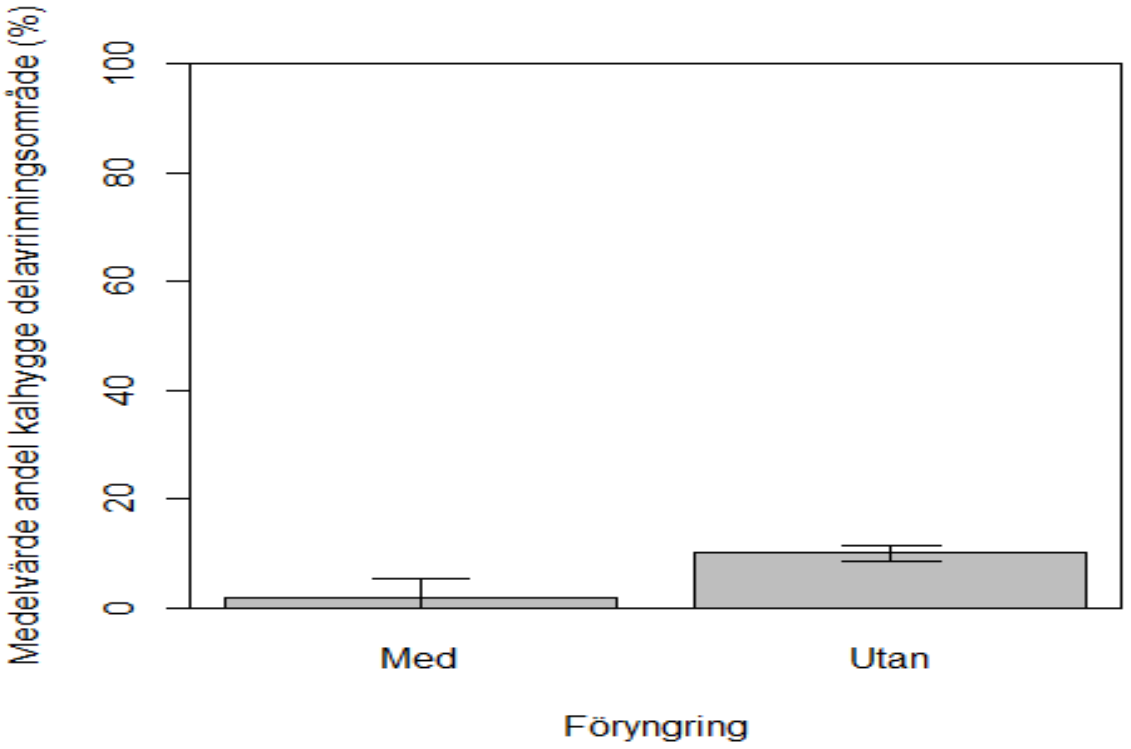
föryngring (p=0,16).



Figur 9. Medelvärde för andelar kalhygge i kantzon för vattendrag med (5,2 ± 2,30) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (11,8 ± 7,88) med tillhörande standardavvikelse.

Kalhygge delavrinningsområde

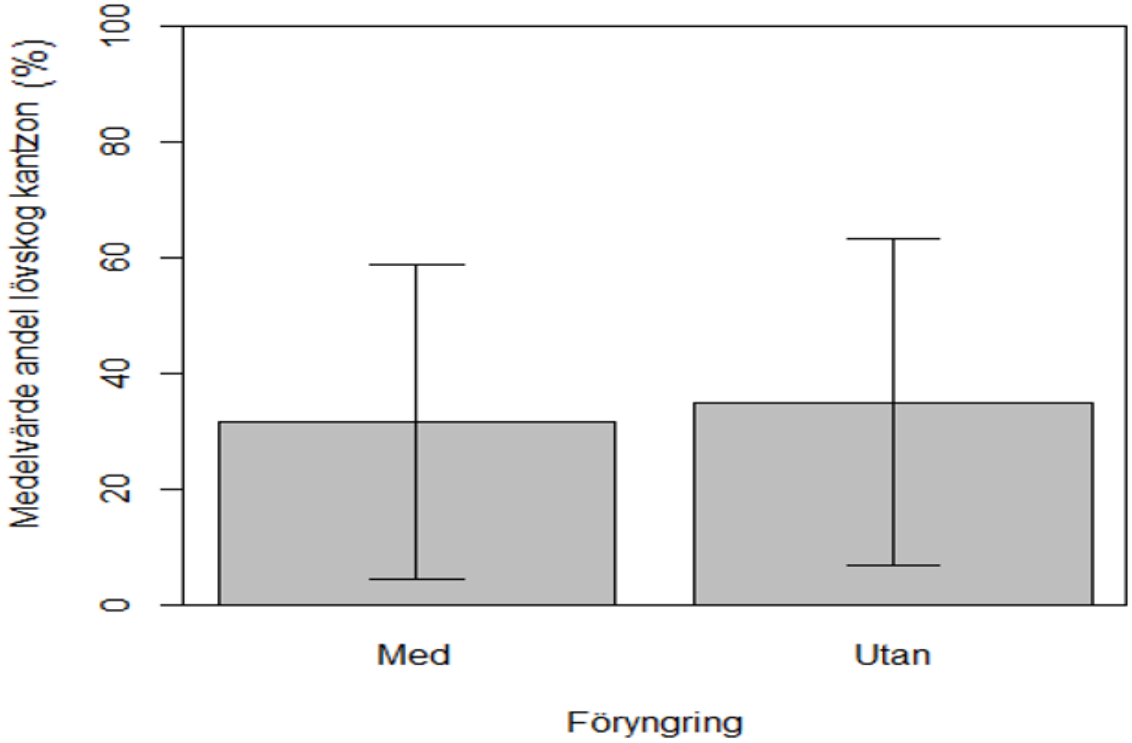
Shapiro Wilks test visade att medelvärdet för med (p=0,92) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (p=0,2) båda hade ett p-värde över 0,05 och var därför normaldistribuerade. Levene test för homogen varians gav ett p-värde på 0,2. Two Sample T-test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena av andelen kalhygge i respektive delavrinningsområde för vattendrag med (10,0 ± 3,39) och utan föryngring av flodpärlmussla (9,6±1,34) (Se Figur 10). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (p=0,8).



Figur 10. Medelvärde för andelar kalhygge i delavrinningsområde för vattendrag med (9,6 ± 1,34) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (9,6 ± 2,30) med tillhörande standardavvikelse.

Lövskog kantzon

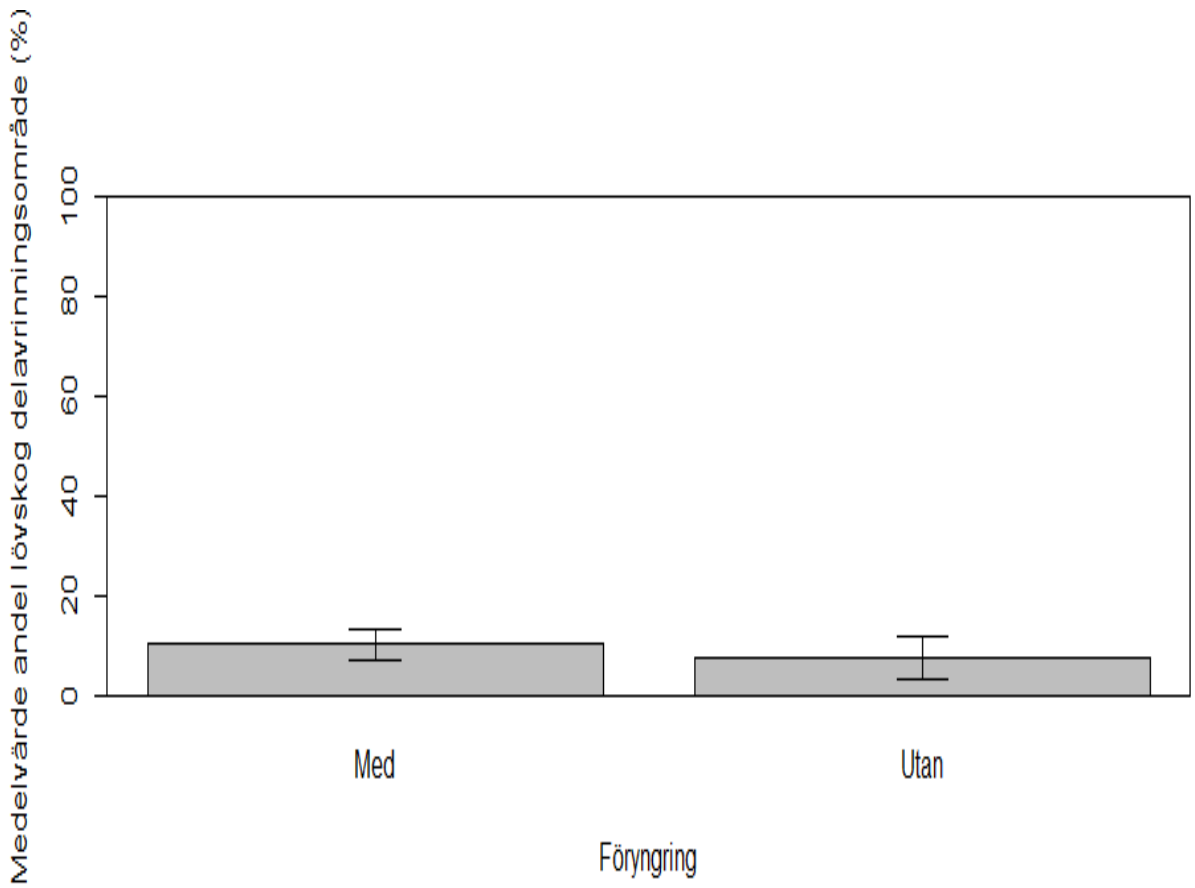
Shapiro Wilks test visade att medelvärdena för med (p=0,82) respektive utan föryngring (p=0,23) hade p-värden över 0,05 och är därför båda normaldistribuerade. Levene test för homogen varians gav ett p-värde på 0,47. Two Sample T-test kördes för att ta reda på om det fanns någon statistisk signifikant skillnad mellan medelvärdena av andelen lövskog i respektive kantzon för vattendrag med (31,6±27,1) och utan föryngring (26,8 ± 17,7) (Se Figur 11). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (p=0,74).



Figur 11. medelvärde av vattendrag med (26,8± 17,7) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (31,6 ±27,1) med tillhörande standardavvikelse.

Lövskog delavrinningsområde

Shapiro Wilks test visade att medelvärdet för med (p=0,61) respektive utan föryngring (p=0,82) båda hade ett p-värde över 0,05 och är därför båda normaldistribuerade. Levene test för homogen varians gav ett p- värde på 0,49. Two Sample t-test kördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena av andelen lövskog i respektive delavrinningsområde för vattendrag med (10.1±3,04) och utan föryngring (7,6 ± 4,21) (Se Figur 12). Resultatet visade att det inte fanns någon signifikant statistisk skillnad mellan medelvärdena (p=0,31).



Figur 12. Medelvärde för andelar lövskog i delavrinningsområde för vattendrag med (10,1 ±3,04) respektive utan föryngring av flodpärlmussla (7,6±4,21) med tillhörande standardavvikelse.