

Bottensubstratets inverkan på förnygring av Flodpärlmussla

The bottom substrate's impact on regeneration of Freshwater pearl mussel



Foto: Tommy Vennman

Viktor Boström och Hjalmar Holm

Bottensubstratets inverkan på föryngring av Flodpärlmussla

The bottom substrate's impact on regeneration of Freshwater pearl mussel



Fotograf: Tommy Vennman

Viktor Boström & Hjalmar Holm

Självständigt arbete 15 hp

2012

Fakulteten för Skogsvetenskap

Umeå

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Författare	Viktor Boström och Hjalmar Holm
Titel	Bottensubstratets inverkan på föryngring av Flodpärlmussla
Title	The bottom substrate's impact on regeneration of Freshwater pearl mussel
Nyckelord	Margaritifera margaritifera, flodpärlmussla, föryngring, bottensubstrat
Handledare	Lo Persson och Anders Kagervall, Institutionen för vilt, fisk och miljö
Examinator	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kurstitel	Kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2012

SAMMANFATTNING

Flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*) är hotad i större delen av sitt utbredningsområde och en viktig orsak är habitatdegradering. Vi undersökte hur bottenens sammansättning påverkar förnyringen genom att analysera inventeringsdata från 19 vattendrag i Västerbottens län. Resultaten visade att finare substrat som sand kan verka negativt på förnyringen av flodpärlmussla, medan grövre substrat som sten kan gynna förnyringen. Detta beror sannolikt på att grova substrat ger en mer stabil livsmiljö som står emot olika kraftiga vattenflöden, och att risken för igenslamning blir betydligt mindre. Resultaten kan vara till nytta för restaurerings- och återplanteringsåtgärder.

Nyckelord: *Margaritifera margaritifera*, flodpärlmussla, förnyring, botten substrat

ABSTRACT

The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) is threatened throughout its range. There has been a substantial decline of the species and one major reason is habitat degradation. We investigated how the substrate composition of the bottom floor affects the regeneration of the mussel by analyzing data from the Västerbotten County Board's inventory of the freshwater pearl mussel. The results implied that fine material such as fine sediment and sand might be detrimental to regeneration whereas gravel and boulders and in particular stone seem to be beneficial. The reason for this is believed to be that more coarse materials offer a more stable environment and also have a smaller risk of getting the hyporheic zone clogged by siltation which threatens to cut off the supply of oxygen and food for the juvenile mussels. The results can be used in restoration and reintroduction programs.

Key words: *Margaritifera margaritifera*, freshwater pearl mussel, regeneration, bottom substrates

INLEDNING

Flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*) är en sötvattenslevande art som lever i strömmande vatten (Schreiber m.fl., 2005; Degerman m.fl. 2009). Den förekommer på platser med tempererat klimat i nordöstra Nordamerika och stora delar av Europa, där de största populationerna finns i Fennoskandia, Skottland och nordvästra Ryssland (Hastie m.fl., 2000a; Skinner m.fl., 2003; Schreiber m.fl., 2005; Schmidt och Vandr  2010).

Biologi

Flodpärlmusslan har en livscykel med flera stadier. Under parningen släpper hanmusslorna mj lke i vattnet, som filtreras av honmusslorna, vilkas ägg då befruktas. Under sensommaren släpper varje hona ca 3-4 miljoner små larver (0,05 mm), som kallas glochidier, ut i vattenmassan. Om en glochidielarv kommer i kontakt med g larna på en fisk av arten  ring eller lax sätter den sig fast och påbörjar sitt parasitiska stadie genom att ta näring från fiskens blod. Fiskens immunförsvar motarbetar den parasitiska larven och sannolikheten för larver att överleva sjunker om fisken redan utsatts för glochidielarver tidigare år. Efter ca 9-10 månader släpper larven från sin värdfisk och övergår i musselstadiet och lever sedan nergrävd i botten av vattendraget tills den växt till sig (Schreiber m.fl., 2005). Hur länge den  r nedgrävd varierar, oftast börjar den bli synlig då den  r 20-30 mm lång (Vennman, T., pers. medd., 2012), men kan även vara nedgrävd ända tills könsmognaden, då den ofta är runt 50 mm och 20  r (Schreiber m.fl., 2005). Variationen i hur många  r det tar för en mussla att uppnå en viss storlek eller könsmognad  r dock stor. Avgångarna för unga musslor  r höga – i synnerhet för glochidielarverna då bara en av 100 miljoner lyckas etablera sig som mussla (Schreiber m.fl., 2005).

En stor del av sitt liv tillbringar musslan i den hyporheiska zonen (det översta skiktet av botten), där grundvatten och ytvatten m ts (Degerman m.fl., 2009) och syresättningen där är mycket viktig för musslans överlevnad (Skinner m.fl., 2003). Föda för den genom att filtrera vatten (Degerman m.fl., 2009), och musslan förekommer typiskt under relativt snabbt strömmande vatten på botten fri från finsediment, med grövre bottensubstrat som stabiliserar den sand som finns (Skinner m.fl., 2003).

Historik

Flodpärlmusslan har minskat i Sverige och en orsak är den flottningsverksamhet som pågick under tiden för utbyggnad av sågverksindustrin under början av 1800-talet fram till 1980-talet (Nilsson m.fl., 2007). Vattendrag brukades som transportleder, och för att bättre tjäna som sådana r tades bäckar och  ar ut och block och sten avlägsnades för att inte hindra transporten av timmer. Detta innebar en stor förändring av musslans habitat, och de negativa konsekvenserna består än idag (Nilsson m.fl., 2007). Str mf rorna blev mer homogena i struktur och vattenhastighet (Nilsson m.fl., 2005). Flottledsrensningen har även haft stor påverkan på andra arter (Nilsson m.fl., 2007), och flodpärlmusslan betraktas som en paraplyart f r dessa (Degerman m.fl., 2009). Exempelvis har strömlevande fisk påverkats negativt. Bland annat har

vandringshinder tillkommit, lekbottnar förstörts (Nilsson m.fl., 2005) och födotillgången blivit sämre. Även sämre isförhållanden på vintern och ökad sedimenttransport kan vålla problem för bland annat fisk (Nilsson m.fl., 2007). Arter som drabbats är bland andra harr och för flodpärlmusslan viktiga arter som öring och lax (Nilsson m.fl., 2005; Nilsson m.fl., 2007). Arten förknippas med pärlor och pärlfiske, vilket framgår av både det svenska, engelska (freshwater pearl mussel) och latinska namnet (margaritifera är latin för pärlbärare). I Sverige har flodpärlmusslan nyttjats för pärlfiske sedan medeltiden. Under 1600 och 1700-talet var detta statlig verksamhet, men det har pågått in på 1900-talet i privat form (Lunds universitet, 2009). Pärlfisket förekom i hela landet, men var som störst i dagens Västerbotten och Norrbotten. För att finna en pärla kunde man behöva öppna 1000 musslor (Awebro och Öberg, 2001), och bestånd som fiskades kunde reduceras betydligt. När det blev olönsamt på grund av att musslorna blev sällsynta upphörde pärlfisket på många platser (Awebro och Öberg, 2001).

Hotbild

Flodpärlmusslan har minskat kraftigt i hela sitt utbredningsområde och föryngringsproblematik, orsakad av habitatdegradering, anses vara huvudorsaken (Skinner m.fl., 2003). Flodpärlmusslan finns med i EU:s habitatdirektiv, vilket innebär att vissa vattendrag med flodpärlmussla ingår i Natura 2000-nätverket (Skinner m.fl., 2003), och därmed har ett visst skydd av sitt habitat (Söderberg m.fl., 2008). Arten är sedan 1994 fridlyst i Sverige (Schreiber m.fl., 2005), och den är med på den internationella rödlistan som starkt hotad (EN/Endangered). I Sverige har den under 1900-talet försvunnit från en tredjedel av de vattendrag den historiskt har funnits i, och bevis för föryngring finns i mindre än hälften av de kvarvarande bestånden. En än mer drastisk minskning har skett i andra delar av Europa (Schreiber m.fl., 2005; Skinner m.fl., 2003).

Orsaker till dagens minskning av musselpopulationen, som redan decimerats av pärlfisket och flottledsrensningen, tros vara eutrofiering, igenslamning (Österling m.fl., 2010) och försurning av vattendragen (Schreiber m.fl., 2005; Oulasvirta, 2011; Söderberg m.fl., 2008). Minskning av värdfiskens populationer är ett annat hot (Schreiber m.fl., 2005; Skinner m.fl., 2003; Söderberg m.fl., 2008). Jordbruket och skogsbruket anses ligga bakom mycket av problemen (Söderberg m.fl., 2008), men påverkan på vattendraget minskar om obrukade kantzoner med vegetation finns (Schreiber m.fl., 2005), i synnerhet strandskog (Nilsson m.fl., 2007).

De delar av musslans livscykel som verkar mest känsliga för olika hot är från det att den släpps som glochidie tills dess att den har etablerat sig och blivit könsmogen. De största hoten för denna del av livscykeln är troligtvis brist på värdfisk för glochidielarverna samt igenslamning och syrebrist i botten/hyporheiska zonen efter det att den släppt från värdfisken till dess att den blivit vuxen (Söderberg m.fl., 2008; Degerman m.fl., 2009).

Restaurering och naturvård

Sedan 2000-talet är naturvårdsorganisationer och länsstyrelserna sysselsatta med att inventera flodpärlmusslans förekomst (Söderberg m.fl., 2008; Degerman m.fl., 2009). Både Naturvårdsverket och länsstyrelserna är involverade i bevarandet av flodpärlmussla och ett åtgärdsprogram (ÅGP) för flodpärlmussla har tagits fram (Schreiber m.fl., 2005). Flera restaureringsförsök av livsmiljön har gjorts, men att återställa den fysiska miljön till hur den såg ut före industrialiseringen innebär inte att samma organismsamhälle som fanns förut per automatik kommer tillbaka. Varje förändring i miljön ger en ny natur, och det är viktigt att veta vad syftet med restaureringen är, att gynna en art eller återskapa en fysisk miljö (Nilsson m.fl., 2007). För att bättre kunna anpassa restaureringar efter flodpärlmusslan skulle en för regionen relevant analys av viktiga faktorer för föryngring vara önskvärd.

Problemformulering

Bottensubstratets sammansättning antas påverka födotillgängligheten och syresättningen av vattnet i den hyporheiska zonen. Det största hotet mot små musslor tros dock vara risken för igenslamning. Vår undersökning syftade till att *undersöka hur bottensubstratets sammansättning påverkar föryngringen av flodpärlmussla*. Denna kunskap skulle kunna komma till nytta för restaureringsarbetet av livsmiljön för flodpärlmussla och dess värd fiskar. Kunskapen skulle också kunna komma till nytta vid planering för återplantering av flodpärlmussla på platser där de historiskt har funnits men nu är borta. Vi förväntade oss att substraten grus, sten och block ska kunna vara bra för en lyckad föryngring, då de tillåter genomströmning av (syresatt) vatten och små musslor bör ha lättare att undgå att bli igenslammade i dessa substrat.

MATERIAL OCH METODER

Vi har använt oss av länsstyrelsens inventeringsdata för flodpärlmussla i Västerbottens län, insamlat mellan 2005 och 2010. Insamlingsmetoden var “Undersökningstyp stormusslor” (Bergengren m.fl., 2010).

Data för alla lokaler inom varje vattendrag är från samma inventeringstillfälle, även om de olika vattendragen är inventerade vid olika tillfällen. Alla inventeringar har skett under sommarsäsongen.

Den totala datamängden utgjordes av 19 vattendrag med mellan 11 och 21 provlokaler. Fem lokaler med inkomplett data togs bort och kvar blev 372 lokaler. Data har sammanställts i Excel och analyserats i Excel och Minitab. Utifrån variabeln MINSTA MUSSLA (MM) skapades en ny variabel för föryngring (FÖRYNGRING). Föryngring definierades som förekomst av mussla mindre än 50 mm lång (Degerman m.fl., 2009; Bergengren m.fl., 2010) i provlokalen. Denna variabel sattes som binär med 0 som ingen mussla under 50 mm (ej bevisad föryngring de senaste åren) och 1 vid förekomst av mussla under 50 mm (bevisad föryngring). Vi valde att undersöka hur de olika bottenssubstraten (Tabell 1) påverkar föryngringen.

Längdfördelningsdata fanns för många av lokalerna men var baserat på musslor i anslutning till, men utanför lokalerna. Eftersom data för längdfördelning saknades för många lokaler och det dessutom inte direkt kunde kopplas till provytorna valde vi att istället använda oss av FÖRYNGRING.

De olika substraten skattades i Länsstyrelsens inventering efter dominans (D1-D3) och yttäckning (0-3). D1 är första dominans (det substrat det är mest av), D2 är andra dominans (det substrat som det är näst mest av) och D3 är tredje dominans. Ett till tre substrat dominansskattades beroende på hur många substrat som fanns. Fanns fler än tre substratklasser i provlokalen fick de tre som utgjorde störst yta dominans angiven. Alla substrat som fanns i provlokalen fick yttäckning angiven. Yttäckningen skattades till: 0 = ingen förekomst, 1 = <5%, 2 = 5- 50%, 3 = >50%.

För att lättare kunna analysera bottenssubstratens inverkan på föryngringen skapade vi en schablon (Bilaga A), för att konsekvent omtolka dominans (Dom.) och yttäckning (Yttckn) till en ny variabel med procent som enhet.

Medelvärden togs fram för de olika substraten, samt hur de avvek från medelvärde för given faktor vid FÖRYNGRING = 1 (förekomst av föryngrad flodpärlmussla) respektive FÖRYNGRING = 0 (ingen föryngring av flodpärlmussla). Detta gjordes i form av Analysis of Variance (ANOVA).

Signifikansnivåer på 5 % användes.

Tabell 1. Indelningen av substratklasserna efter korntorlek, i hur många av de 372 provlokaler respektive substratklass finns representerad och medelvärdet för substratklasserna i alla ytor.

Table 1. Substrate classification by granule size, in how many of the 372 sampling areas each substrate class is present and the mean for each substrate class over all sampling areas.

Substratklass	Storlek, millimeter	Finns i antal ytor	Medelvärde (%)
Finsediment	<0,06	84	4,02
Sand	0,06 - 2	255	20,31
Grus	2 - 60	330	17,57
Sten	60 - 600	312	36,12
Block	600 - 2000	269	18,77
Häll	>2000	20	1,56

Diagram över andel föryngringsytor för olika yttäckning av respektive substrat skapades. För att göra detta skapades först Stacked Bar Charts i Minitab, (Bilaga B, figur B1-B6) med antal ytor av respektive yttäckningsgrad för varje substrat, uppdelat på föryngringsytor och icke föryngringsytor. Stapeldiagrammen (Bar Charts) avlästes och yttäckningsgraderna delades sedan in i klasser, med relativt stort antal ytor i varje klass. Det totala antalet ytor och antalet föryngringsytor för varje klass avlästes i diagrammen från Minitab och andelen föryngringsytor räknades ut (Bilaga B, tabell B1-B6). Andelen föryngringsytor för varje klass erhöles genom att dividera antalet föryngringsytor med det totala antalet ytor. Stapeldiagram skapades sedan i Excel.

RESULTAT

ANOVA-testerna visade starka samband mellan föryngring och vissa av bottensubstraten. Finsediment och sand uppvisade signifikanta negativa samband, medan sten, block och håll uppvisade signifikanta positiva samband (se tabell 2 och 3). En lyckad föryngringsyta hade mindre finsediment och sand än ytor utan lyckad föryngring (Tabell 2). Ytor med lyckad föryngring hade mer sten, block och håll än ytor utan lyckad föryngring (Tabell 2). Grus hade en ej signifikant skillnad i yttäckning mellan ytor med föryngring och ytor utan föryngring (Tabell 2).

Tabell 2. Bottensubstratens förhållande till föryngring. Medelvärden för substratklasserna på lokaler med respektive utan föryngring. Fet stil markerar signifikanta värden.

Table 2. The relationship between the bottom substrates and regeneration. Means of the substrate classes for areas with and without regeneration respectively. Significant values in bold.

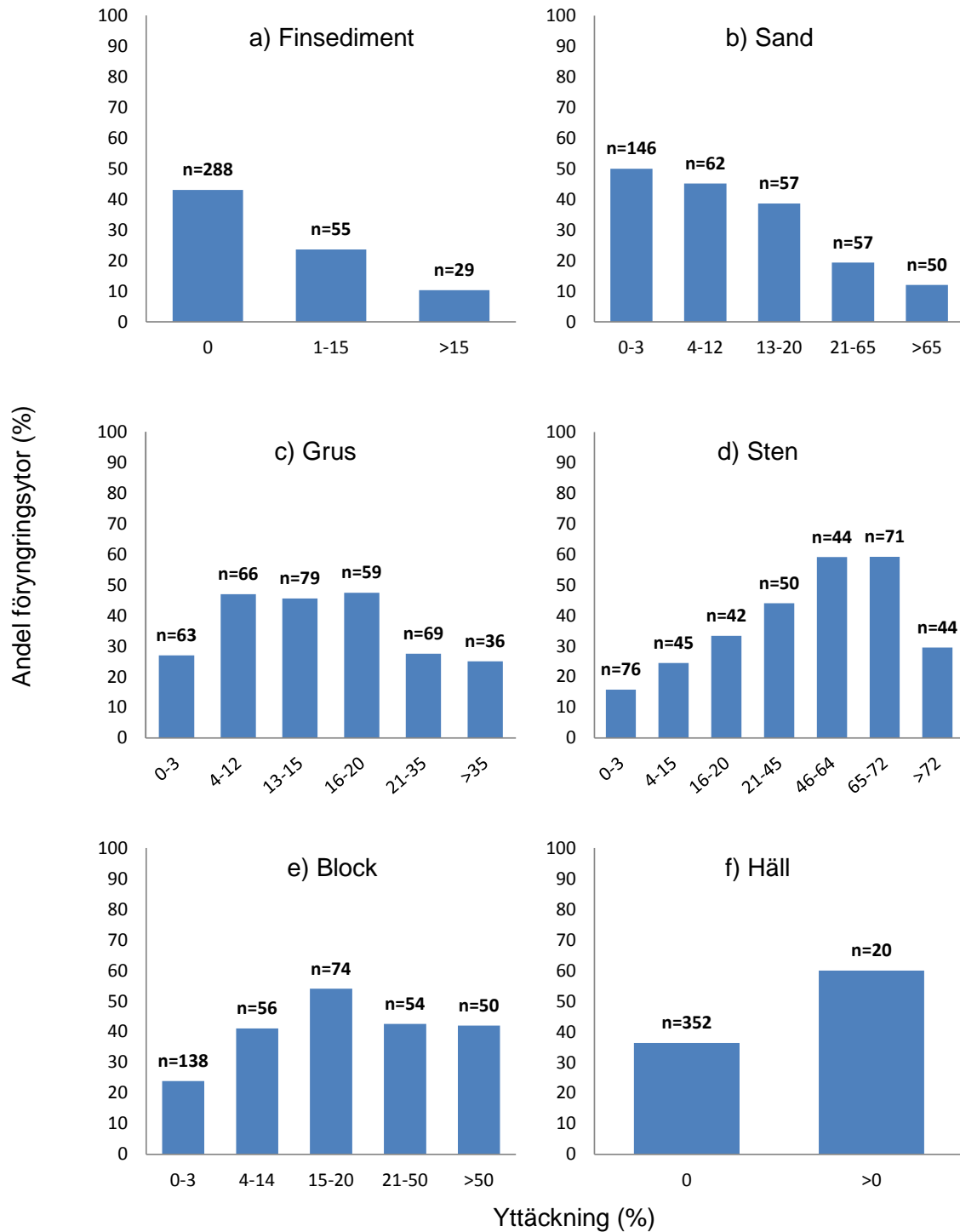
Substratklass	Yta med föryngring, (Föryngring = 1), Yttäckning (%)	Yta utan föryngring, (Föryngring = 0), Yttäckning (%)	F- värde	P- värde
Finsediment	1,71	5,81	7,62	0,006
Sand	10,10	27,03	36,38	<0,001
Grus	16,53	18,75	1,32	0,251
Sten	46,32	30,81	25,90	<0,001
Block	22,47	16,79	5,26	0,022
Håll	2,85	0,82	4,67	0,031

Tabell 3. Bottensubstratens förhållande till föryngring. Medianvärden för substratklasserna på alla lokaler samt lokaler med respektive utan föryngring.

Table 3. *The relationship between the bottom substrates and regeneration. Medians of the substrate classes for all areas and for areas with and without regeneration respectively.*

Substratklass	Median för alla ytor	Median för lyckad föryngring	Median för saknad föryngring
Finsediment	0	0	0
Sand	4	3	15
Grus	15	15	15
Sten	25	63	20
Block	13	20	4
Häll	0	0	0

Känsligheten för sand verkade inte vara lika stor som för finsediment (Figur 1 a och b). En intermediär (ca 4-20 %) yttäckning av grus var mer positivt för föryngringen än både mindre och mer. Sten hade en positiv påverkan, med mer föryngring ju större yttäckningsgrad av sten, upp till ca 72 % (Figur 1 d). Block hade en positiv inverkan på föryngringen, och effekten kulminerade vid 15-20 % (Figur 1 e). Osäkerheten var stor för häll, då yttäckning saknades på 352 av 372 ytor och de 20 ytor med häll inte visade något särskilt mönster (Figur 1 f, Bilaga B Figur B6, Tabell B6).



Figur 1. Förnygringsytornas fördelning på olika yttäckningsklasser för olika substrat. Det totala antalet ytor (med och utan förnygring) i respektive klass = n. a) finsediment b) sand c) grus d) sten e) block f) häll. Observera att ytterst få ytor har någon yttäckning av häll varför osäkerheten blir stor.

Figure 1. The distribution of areas with regeneration over varying classes of surface cover for the different substrates. The total number of areas (with and without regeneration) in each class = n. a) fine sediment b) sand c) gravel d) stone e) boulder f) bedrock. Note that very few areas have any cover of bedrock which makes conclusions regarding this substrate highly uncertain.

DISSKUSSION

Resultaten tydde på att sammansättningen av bottensubstrat påverkar föryngringen av flodpärlmussla. Stendominerade bottenar av heterogen karaktär där finsediment saknas verkade vara optimalt för en lyckad föryngring av flodpärlmussla. Möjliga orsaker kan vara att olika substrat ger upphov till olika turbulens i vattenflödet, att musslor kan ha olika lätt att fästa sig vid olika substrat och att risken för igenslamning och syrebrist är olika vid olika substrat. En annan möjlighet är att substraten är indikatorer på någonting annat som i sin tur påverkar föryngringen av flodpärlmussla.

Sand och finsediment kan påverka föryngringen av flodpärlmussla negativt medan sten och block kan gynna föryngringen. Detta ligger i linje med en undersökning i Skottland (Hastie m.fl., 2000b), där musslorna, både adulta och juvenila, föredrog blockrika provytor. Där påträffades inga musslor på ytor med mycket silt, vilket är jämförbart med finsediment i vår undersökning.

Variationen i hur stor andel av bottenytan respektive substrat utgjorde på ytor med och utan föryngring var stor. För fraktionen finsediment, räckte en relativt liten andel (Tabell 2) för att vara ogynnsam för föryngringen. Musslorna verkade vara mer toleranta mot den grövre fraktionen sand (Tabell 2). Detta skulle kunna bero på att musslorna är känsliga för finpartiklar och har lägre toleransnivå för dessa, jämfört med sand. Ytor med finsediment kanske har mycket småpartiklar mellan kornen på grövre fraktioner, vilket i så fall inverkar negativt på musslorna genom sämre syresättning och sämre näringstillgång. Finsediment påverkade föryngringen kraftigt negativt redan vid spannet låga nivåer (Figur 1a) jämfört med ytor där finsediment saknas. Trenderna som syns i stapeldiagrammen visar också att sand har en liten påverkan på föryngringen upp till en yttäckningsgrad på ca 20 % (men sedan tydligt negativ), vilket betyder att sand inte behöver vara negativt för föryngringen i sig, bara inte andelen blir för hög. Grus är upp till en viss nivå gynnsamt för föryngringen, och detta kan möjligen bero på att det erbjuder möjligheter till nedgrävning, vilket även sand gör. Dock ger grus mindre risk för igenslamning.

Stenfraktionen är den enskilt mest abundanta, med i medeltal mer än en tredjedel av bottenytan på alla provlokaler. Sten verkar få störst positiv effekt på föryngringen vid en yttäckningsgrad av 46-72 %, vilket syns i diagrammen (Figur 1 a-f), och även ANOVA-testerna ger ett högt medelvärde (46 %) för sten på föryngringsytor. Kanske är musslorna i denna del av utbredningsområdet anpassade till en mycket stor andel sten. Mönstret känns igen hos Oulasvirta (2011), som skriver att musslorna i nordliga vattendrag föredrar steniga ytor.

Häll var signifikant positivt för föryngringen men datamängden för detta substrat var litet (20 av 372) och någon egentlig slutsats om hällens påverkan på föryngringen gick därför inte att dra. Då musslorna lever nedgrävda de första åren (Schreiber m.fl., 2005), bör häll i sig inte fungera som föryngringsyta.

Felkällor

Vissa fel fanns i inventeringsdata. Ibland saknades dominans och ibland fanns samma dominans inskriven flera gånger. I de fallen bedömdes den procentuella yttäckningen för substratet i fråga

utifrån yttäckningsskattningen. I de fem lokaler som avlägsnades saknades uppgifter om substrat helt, eller var förskjutet så att det ej kunde avgöras hur det skulle vara.

Procentvärdena för yttäckningen av de olika substratklasserna var framtagna efter en egengjord schablon utan bakomliggande matematisk modell. Detta kan ha gett bias åt något håll.

Diagrammens yttäckningsklasser indelades för att varje klass skulle innehålla tillräckligt många ytor för att de skulle bli jämförbara, vilket innebar att klassernas bredd varierade kraftigt.

Vidare var de olika provlokalererna olika stora. Den minsta lokalen var 13 kvadratmeter, den största 497. Eftersom alla lokaler behandlades lika fick små lokaler lika stor tyngd i våra analyser som stora lokaler, vilket kan vara missvisande. Vi anser dock att provlokalererna kan ses som representativa för vattendraget i fråga, och att detta inte bör ha någon större betydelse. Ett alternativ hade varit att se till reell area i stället för en procentandel av en area, men att ha kvadratmeter som enhet skulle blivit än mer problematiskt när ett medelvärde för en substratklass kunde bli större än vissa lokalers totalyta.

Huruvida inventeringsmetoden är lämplig för att bedöma föryngringen kan diskuteras. Användning av musslor som är mindre än 50 mm som mått på föryngring innebär en risk att man inte får en aktuell bild över hur situationen ser ut i dagsläget eftersom en mussla som är nära 50 mm kan vara i 20 års-åldern. De musslor som har hunnit växa upp ur bottenssubstratet och som är synliga torde dessutom vara mindre känsliga mot igenslamning och därför inte ge en bra bild över hur majoriteten av de unga musslorna klarar sig. Unga, mindre musslor är svårinventerade, bland annat för att de kan vara nedgrävda i bottenssubstratet. Dessutom bör musslorna störas så lite som möjligt, vilket lämnar få alternativ till dagens metod.

Hur substratfördelningen ser ut på lokalerna bör kunna skattas i en procentklass, i stället för två klasser med dominans respektive yttäckning. På så vis blir varje substratfraktions yttäckningsgrad mer lättöverskådlig och lättbearbetat. Problemet med "felöversättningar" i schabloner kan då undvikas. Vi tror inte att skattning i procent ska vara sämre i slutänden än skattning i dominans och yttäckning i en fyrgradig skala, eftersom spannet för varje grad är stort.

Slutsats

Våra resultat tyder på att en yta dominerad av sten och med relativt stor yttäckning av grus och block innebär en god förutsättning för föryngring av flodpärlmussla. Ytor dominerade av finsediment och sand samt ytor utan eller med lite sten och block ger i regel sämre föryngring. Vi hoppas på att våra resultat ska komma till nytta vid restaureringar och återplanteringsprogram för att gynna flodpärlmusslan.

TILLKÄNNAGIVANDEN

Förutom våra handledare vill vi tacka följande personer:

Tommy Vennman på Västerbottens länsstyrelse för inspiration och tillhandahållande av data samt en del praktiska detaljer.

Anders Alanära för tips och ideer.

Kurskamraterna Björn Karlsson och Anders Lundholm för råd om hur Minitab används.

REFERENSER

Awebro, Kenneth. och Öberg, Thomas. (2001). Pärlproducent och miljöarkiv s.199-206. I: Pettersson, Börge; Svanberg, Ingvar och Tunón, Håkan (red.): *Människan och naturen: Etnobiologi i Sverige 1. Centrum för biologisk mångfald*. Wahlström och Widstrand. Stockholm.

Bergengren, Jakob; von Proschwitz, Ted; Lundberg, Stefan; Söderberg, Håkan; Norrgrann, Oskar; och Tranvik, Lena. (2010). Programområde: Sötvatten. Undersökningstyp: Stormusslor. Stockholm: Naturvårdsverket.

Degerman, Erik; Alexanderson, Sofi; Bergengren, Jakob; Henrikson, Lennart; Johansson, Bo-Erland; Mejdell Larsen, Björn och Söderberg, Håkan (2009). Restaurering av flodpärlmusselvatten. Solna: Världsnaturfonden WWF.

Gum, Bernhard; Lange, Michael och Geist, Juergen (2011). A critical reflection on the success of rearing and culturing juvenile freshwater mussels with a focus on the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21: 743–751

Hastie, Lee; Young, Mark; Boon, Philip; Cosgrove, Peter och Henninger, Birgit (2000a). Size, densities and age structure of Scottish *Margaritifera margaritifera* (L.) populations. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems* 10: 229-247 (2000).

Hastie, Lee; Boon, Philip och Young, Mark (2000b). Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia* 429: 59-71, 2000.

Lunds universitet (2009). *Folklivsarkivet*. [Online] Tillgänglig: <http://www.lu.se/o.o.i.s/19139> [2012-03-21]

Anonym. (2006). *Lokalbeskrivning 1 Version 1:6 : 2006-04-261* Stockholm: Naturvårdsverket. (Version 1:6 : 2006-04-26)

Nilsson, Christer (Red.). Brännäs, Eva; Helfield, James M.; Hjerdt, Niclas; Holmqvist, Daniel; Lepori, Fabio; Lundqvist, Hans; Malmqvist, Björn; Palm, Daniel; Törnlund, Erik; Westerbergh, Stig och Östergren, Johan (2007). Återställning av älvar som använts för flottning. En vägledning för restaurering. Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 5649 (2007).

Nilsson, Christer; Lepori, Fabio; Malmqvist, Björn; Törnlund, Erik; Hjerdt, Niclas; Helfield, James M.; Palm, Daniel; Östergren, Johan; Jansson, Roland; Brännäs, Eva and Lundqvist, Hans (2005). Forecasting Environmental Responses to Restoration of Rivers Used as Log Floatways: An Interdisciplinary Challenge. *Ecosystems* 8: 779-800.

Oulasvirta, Panu. (2011). Distribution and status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in northern Fennoscandia, Helsinki. *Toxicological and Environmental Chemistry* 93 (9), 1713-1730

Schmidt, Christine och Vandr , Robert (2010). Ten years of experience in the rearing of young freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*). *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems* 20: 735-747 (2010).

Schreiber, Henrik; Tranvik, Lena; och Henrikson, Lennart. (2005).  tg rdsprogram för bevarande av flodpärlmussla *Margaritifera margaritifera*. Stockholm: Naturvårdsverket. (Rapport 5429). ISBN 91-620-5429-5

Skinner, Ann; Young, Mark och Hastie, Lee. (2003). Ecology of the fresh water pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. Conserving Natura 2000 Rivers. Ecology Series No. 2. Peterborough: English Nature.

Söderberg, Håkan; Karlberg, Andreas; och Norrgrann, Oskar. (2008). Status, trender och skydd f r flodpärlmusslan i Sverige. H rn sand: L nsstyrelsen V sternorrland. (Rapport 2008:12)

Vennman, Tommy; flodp rlmusselansvarig vid Västerbottens l ns l nsstyrelse (2012). Intervju 2012-04-30.

 sterling, Martin; Greenberg, Larry och Arvidsson, Bj rn. (2008). Relationship of biotic and abiotic factors to recruitment patterns in *Margaritifera margaritifera*. *Biological Conservation* 141, 1365-1370

 sterling, Martin; Arvidsson, Björn och Greenberg, Larry. (2010) Degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera*: influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of Applied Ecology* 47, 759-768.

BILAGOR

Bilaga A: Schablon.

Bilaga B: Fördelning av föryngringsytor. Tabeller och diagram.

Bilaga A. Schablon

											Kontroll				
Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Σ (%)
D1	3	100													100
D1	3	58	D2	2	18	D3	2	14	na	2	7	na	1	3	100
D1	3	59	D2	2	20	D3	2	14	na	2	7	na	1	3	100
D1	3	60	D2	2	20	D3	2	14	na	1	3	na	1	3	100
D1	3	63	D2	2	20	D3	2	13	na	1	4	na			100
D1	3	65	D2	2	20	D3	2	15	na			na			100
D1	3	70	D2	2	22	D3	1	4	na	1	2	na	1	2	100
D1	3	72	D2	2	22	D3	1	4	na	1	2	na			100
D1	3	73	D2	2	23	D3	1	4							100
D1	3	75	D2	2	25										100
D1	3	88	D2	1	4	D3	1	4	na	1	2	na	1	2	100
D1	3	91	D2	1	4	D3	1	3	na	1	2	na			100
D1	3	93	D2	1	4	D3	1	3							100
D1	3	96	D2	1	4										100
D1	3	100													100
D1	2	40	D2	2	30	D3	2	16	na	2	11	na	1	3	100
D1	2	41	D2	2	30	D3	2	17	na	2	12	na			100
D1	2	44	D2	2	34	D3	2	16	na	1	3	na	1	3	100
D1	2	45	D2	2	35	D3	2	17	na	1	3	na			100
D1	2	45	D2	2	35	D3	2	20							100
D1	2	49	D2	2	44	D3	1	4	na	1	3	na			100
D1	2	49	D2	2	47	D3	1	4							100
D1	2	50	D2	2	50										100

Schablon, fortsättning

Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Dom.	Yttckn.	%	Σ (%)
D1	3	60	D2	2	20	na	2	10	na	2	10				100
D1	3	60	D2	2	20	na	2	8	na	2	8	D5	1	4	100
D1	3	60	na	2	12	na	2	12	na	2	12	D5	1	4	100
D1	3	64	na	2	16	na	2	16	na	1	4				100
D1	3	91	na	1	3	na	1	3	na	1	3				100
D1	2	40	D2	2	30	na	2	15	na	2	15				100
D1	2	40	D2	2	30	na	2	13	na	2	13	D5	1	4	100
D1	2	42	na	2	18	na	2	18	na	2	18	D5	1	4	100
na	2	33	na	2	33	na	2	33							99
na	2	47	na	2	47	na	1	2	na	1	2	na	1	2	100
na	2	47	na	2	47	na	1	3	na	1	3				100

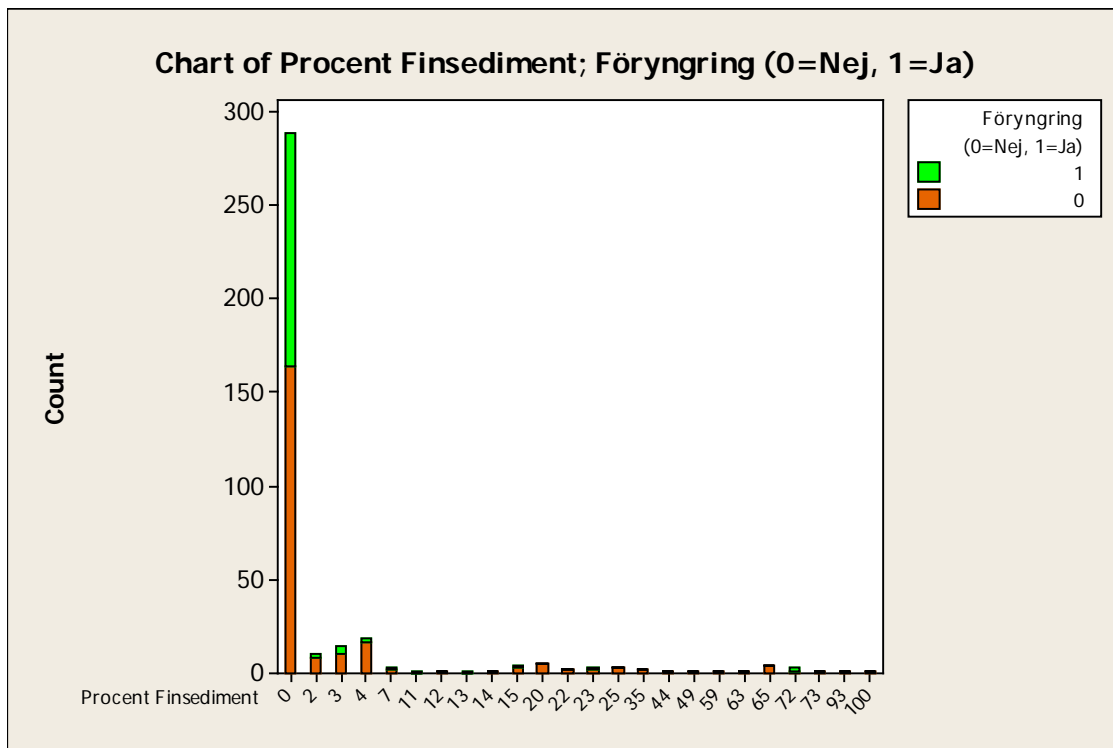
Bilaga B.

Tabeller och diagram

Tabell B1. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av finsediment, antal och andel av dessa som är förnygringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B1. Number of areas within each class of fine sediment cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad finsediment (%)	Antal ytor	Varav förnygringsytor	Andel förnygringsytor (%)
0	288	124	43
1-15	55	13	24
>15	29	3	10
Summa	372	140	



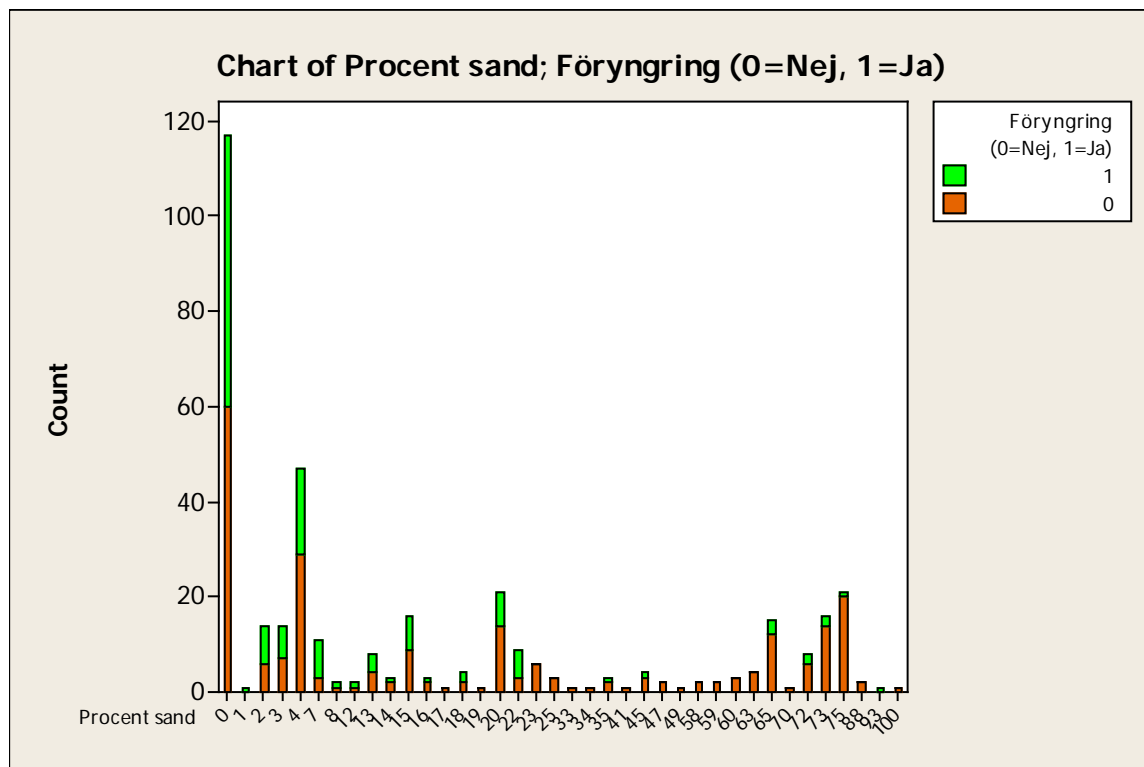
Figur B1. Antal ytor med olika täckningsgrad av finsediment. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med förnygring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B1. Number of areas with different degrees of fine sediment cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.

Tabell B2. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av sand, antal och andel av dessa som är förnygringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B2. Number of areas within each class of sand cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad sand (%)	Antal ytor	Varav förnygringsytor	Andel förnygringsytor
0-3	146	73	50
4-12	62	28	45
13-20	57	22	39
21-65	57	11	19
>65	50	6	12
Summa	372	140	



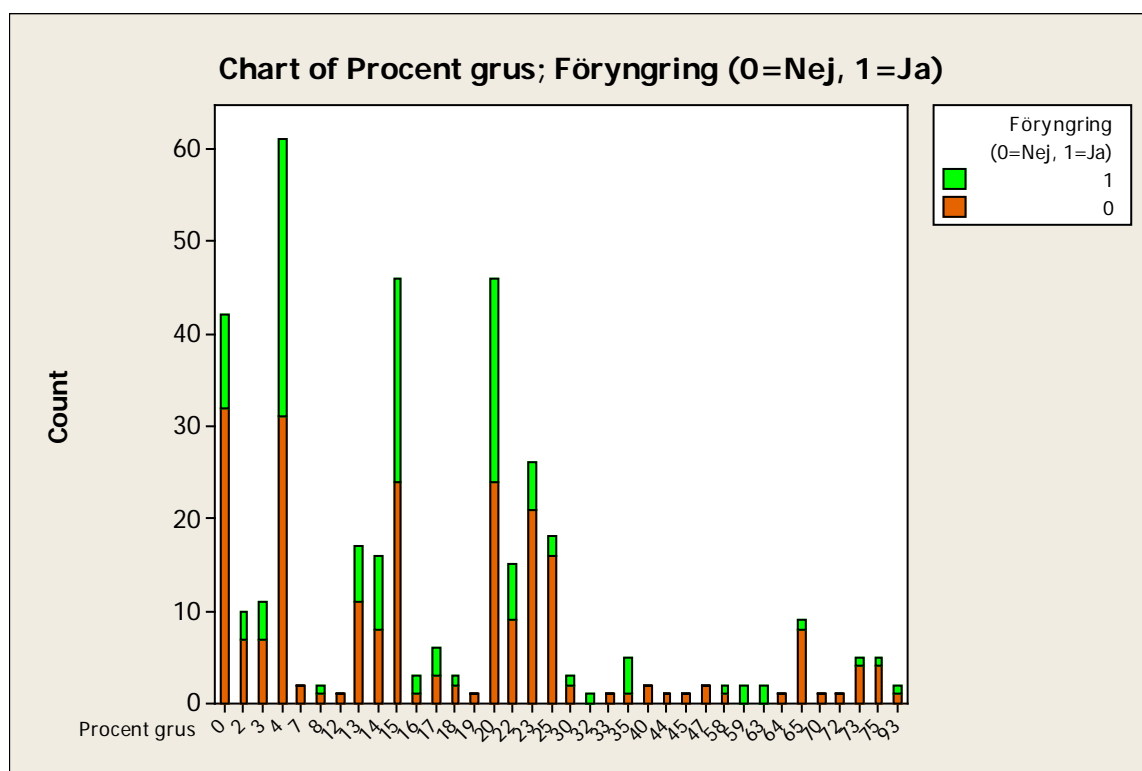
Figur B2. Antal ytor med olika täckningsgrad av sand. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med förnygring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B2. Number of areas with different degrees of sand cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.

Tabell B3. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av grus, antal och andel av dessa som är föryngringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B3. Number of areas within each class of gravel cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad grus (%)	Antal ytor	Varav föryngringsytor	Andel föryngringsytor (%)
0-3	63	17	27
4-12	66	31	47
13-15	79	36	46
16-20	59	28	47
21-35	69	19	28
>35	36	9	25
Summa	372	140	



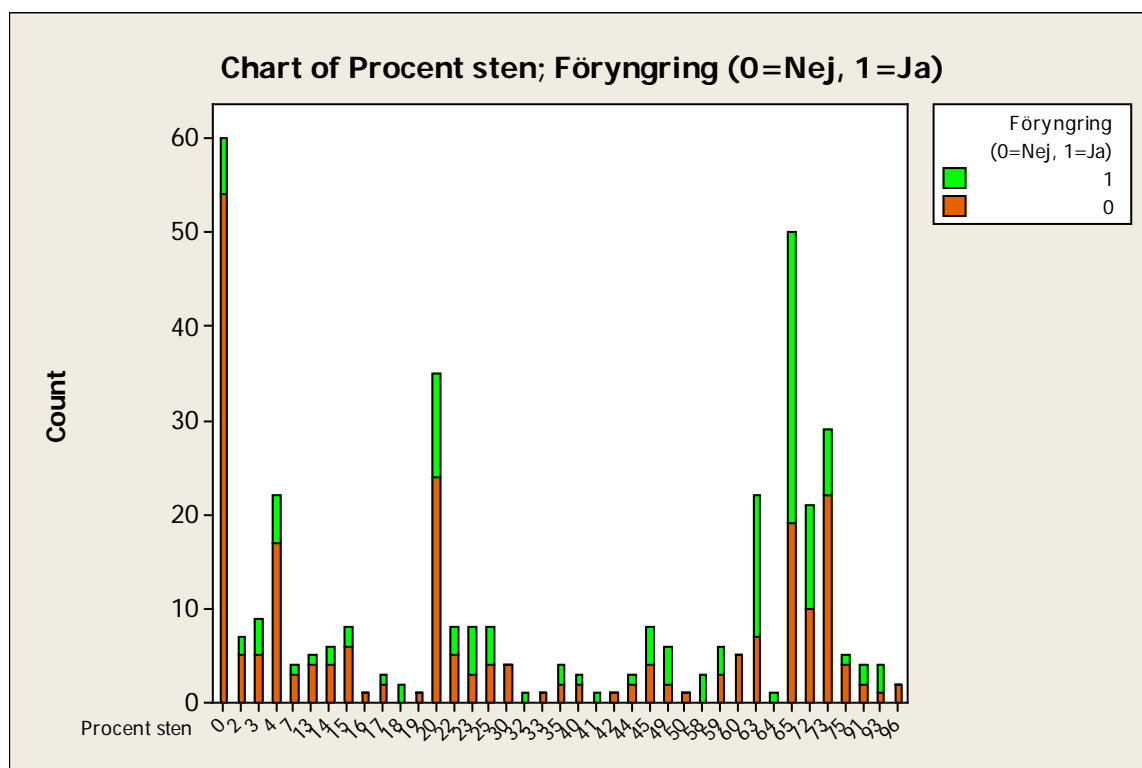
Figur B3. Antal ytor med olika täckningsgrad av grus. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med föryngring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B3. Number of areas with different degrees of gravel cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.

Tabell B4. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av sten, antal och andel av dessa som är förnygringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B4. Number of areas within each class of stone cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad sten (%)	Antal ytor	Varav förnygringsytor	Andel förnygringsytor
0-3	76	12	16
4-15	45	11	24
16-20	42	14	33
21-45	50	22	44
46-64	44	26	59
65-72	71	42	59
>72	44	13	30
Summa	372	140	



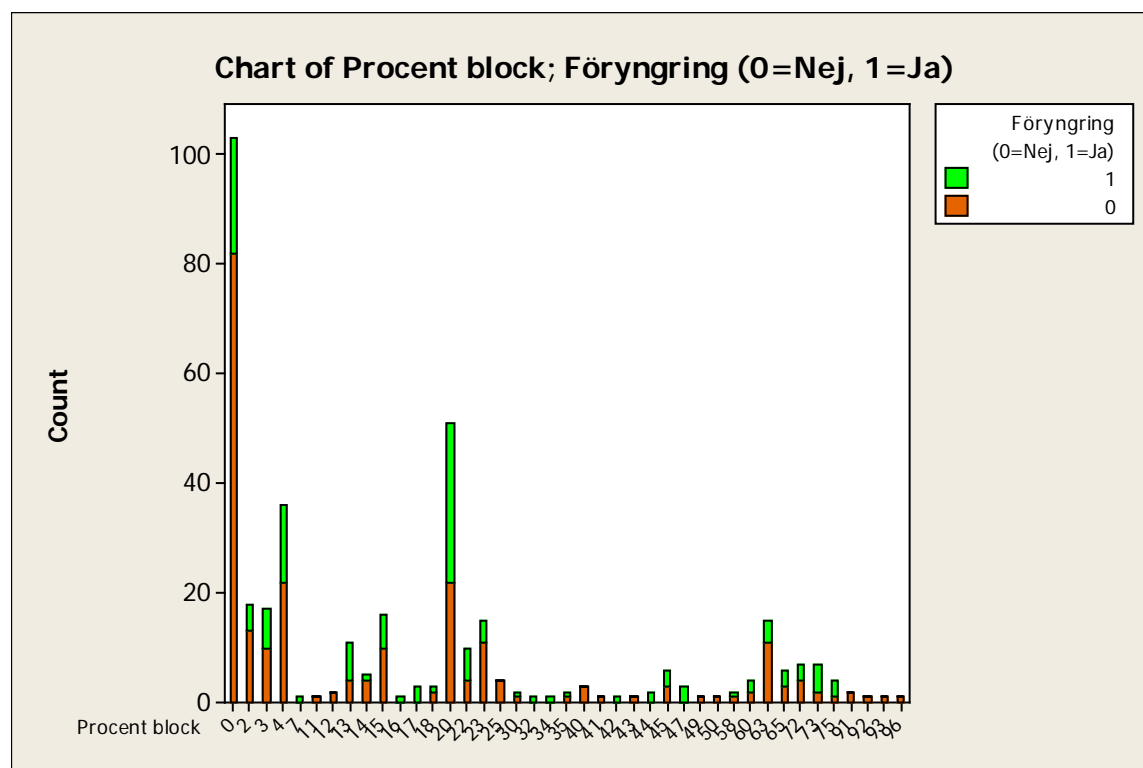
Figur B4. Antal ytor med olika täckningsgrad av sten. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med förnygring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B4. Number of areas with different degrees of stone cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.

Tabell B5. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av block, antal och andel av dessa som är förnygringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B5. Number of areas within each class of boulder cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad block (%)	Antal ytor	Varav förnygringsytor	Andel förnygringsytor (%)
0-3	138	33	24
4-14	56	23	41
15-20	74	40	54
21-50	54	23	43
>50	50	21	42
Summa	372	140	



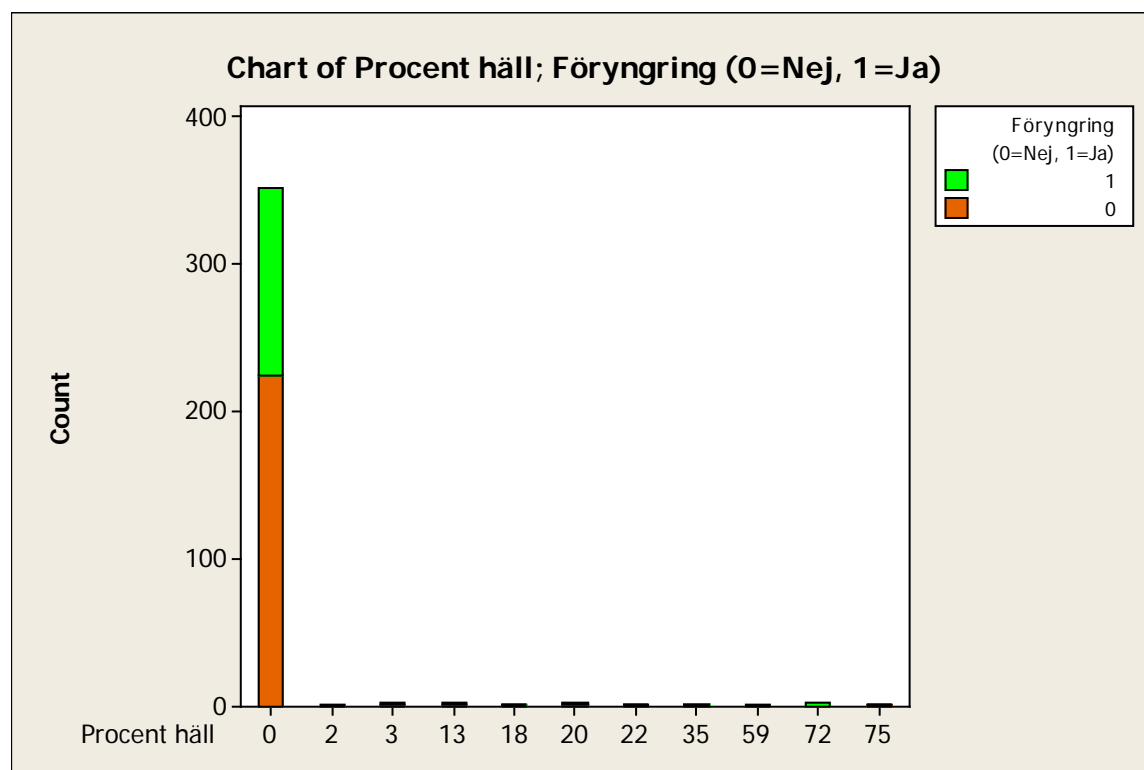
Figur B5. Antal ytor med olika täckningsgrad av block. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med förnygring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B5. Number of areas with different degrees of boulder cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.

Tabell B6. Antal ytor med respektive yttäckningsgrad av håll, antal och andel av dessa som är förnygringsytor. Yttäckningsgrad indelade i klasser av procentandelar.

Table B6. Number of areas within each class of bedrock cover and the number and proportions of regeneration areas. Substrate cover in per cent classes.

Yttäckningsgrad håll (%)	Antal ytor	Varav förnygringsytor	Andel förnygringsytor (%)
0	352	128	36.36
>0	20	12	60.00
Summa	372	140	



Figur B6. Antal ytor med olika täckningsgrad håll. Den övre, grönfärgade delen av staplarna representerar ytor med förnygring. Observera att x-axeln inte är kontinuerlig.

Figure B6. Number of areas with different degrees of bedrock cover. The topmost, green part of the bars represents regeneration areas. Note the non-continuous horizontal axis.