



Kandidatarbeten
i Skogsvetenskap
Fakulteten för skogsvetenskap

2020:24

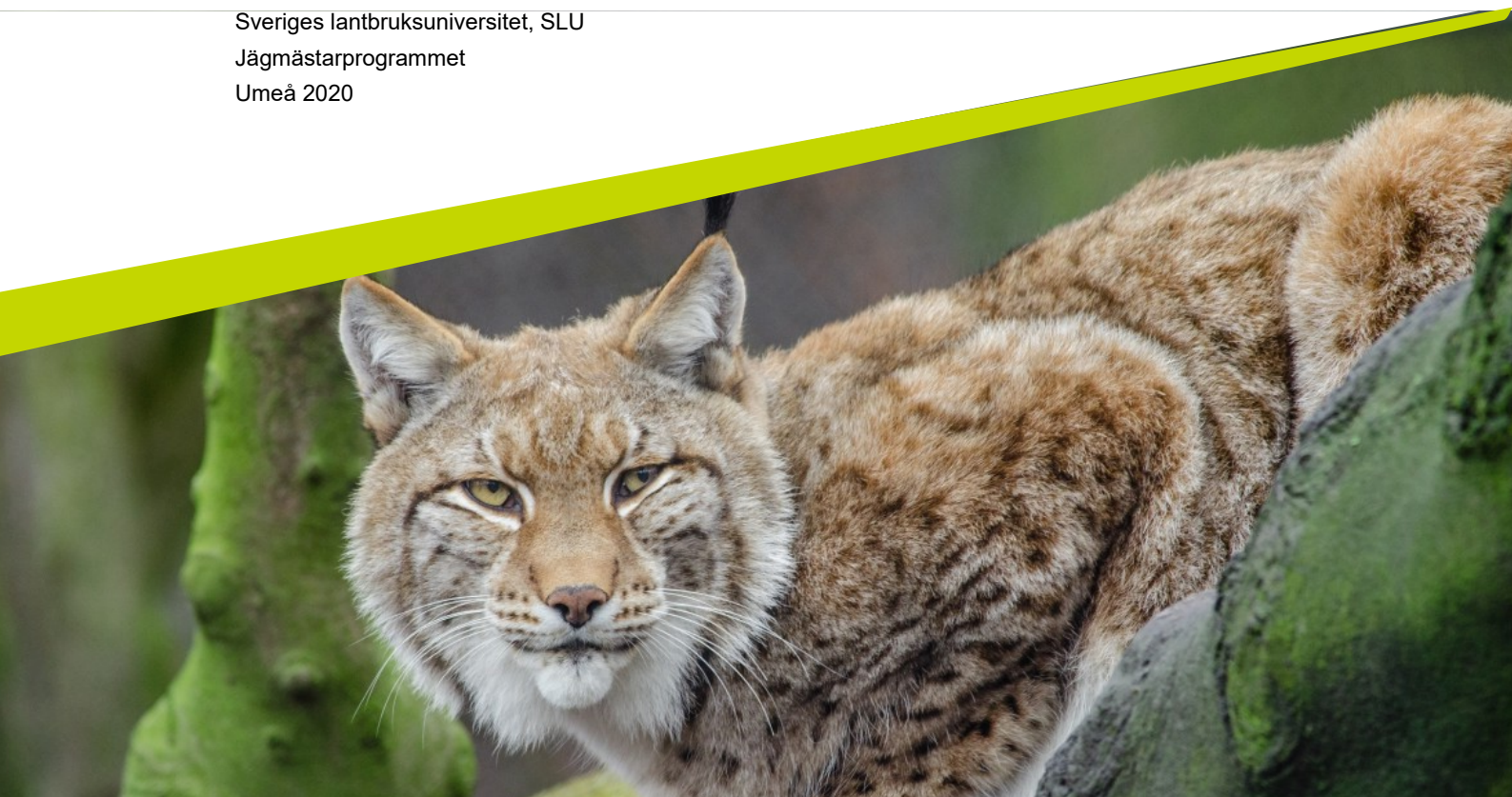
Lodjurets påverkan på skogshöns

- en studie om lodjurs indirekta påverkan på skogshöns genom rödräv

Lynx impact on forest grouse – a study on the indirect effects of lynx on forest grouse through red fox

Pontus Nyqvist & Elias Wahlberg

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Jägmästarprogrammet
Umeå 2020



Lodjurets påverkan på skogsfågel – En studie om lodjurs indirekta påverkan på skogshöns genom rödräv

Lynx impact on forest grouse – A study on the indirect affects of lynx on forest grouse through red fox

Elias Wahlberg & Pontus Nyqvist

Handledare: Therese Löfroth, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för vilt, fisk och miljö.
Bitr. handledare: Tim Hofmeester, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för vilt, fisk och miljö.
Examinator: Tommy Mörling, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel.

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod: EX0911
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Tommy Mörling, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel.

Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2020

Serietitel: Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Delnummer i serien: 2020:24
Omslagsbild: Anonym (Creative Commons)

Nyckelord: predation, kaskadeffekter, predator-byten interaktioner

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SAMMANFATTNING

Lodjursstammen i Sverige har gått från att i princip vara helt utrotad 1920, till en livskraftig population nu 100 år senare. Att toppredatorer har en betydande roll i ekosystem och näringskedjor har bevisats flertalet gånger i olika studier. I denna rapport undersöks det ifall det finns ett indirekt positivt samband mellan lodjur och skogshöns. Detta undersöks med avseende på att lodjur dödar rödräv som står för en stor del av bortgången i skogshönspopulationer. De data som används för skogshöns och rödräv kommer från jägareförbundets viltdata.se och är den avskjutningsdata som finns för Västerbottens län. Datat över lodjur kommer från Västerbottens länsstyrelse där de sammanställt alla lodjursföryngringar som finns i länet. Datat för de olika arterna jämförs mot varandra med hjälp av beräkningar av korrelationskoefficienten samt linjär regression.

Utifrån det tillgängliga datamaterialet gavs följande korrelationsvärden och R^2 -värden (för linjära samband): mellan lodjur och rödräv $-0,11$ respektive $1,8\%$ R^2 , rödräv och skogshöns $-0,78$ respektive 62% R^2 och lodjur och skogshöns $0,55$ respektive 29% R^2 . Resultatet visar att det finns ett positivt samband mellan skogshöns och lodjur samt ett negativt samband mellan skogshöns och rödräv. Det går dock inte att påvisa något statistiskt samband mellan lodjur och rödräv utifrån det nyttjade datamaterialet. Detta medför att det är svårt att avgöra ifall lodjur har en positiv inverkan på skogshönsen då rävsstammen troligtvis regleras av något annat än lo.

Nyckelord: Predation, kaskadeffekter, predator-byten interaktioner

ABSTRACT

The lynx population in Sweden has increased to stable levels since 1920 when it almost went extinct. The importance of apex predators is widely known and has been proven to play an important role in both food chains and ecosystems. This report investigates if lynx have an indirect positive effect on forest grouse, in consideration of lynx predation on red fox and predation of red foxes on forest grouse. The Swedish hunting association (Jägareförbundet) provides the data that are used which covers all felled prey of forest grouse and red fox due to hunting in Västerbotten County in Sweden. The data for lynx are inventoried by the county administrative board (Länsstyrelsen) and is supposed to cover the whole county of Västerbotten.

The given data sets were compared against each other with correlation coefficient and linear regression (R^2 -values). When comparing lynx and red fox the result is a correlation coefficient of -0,11 and $R^2 = 1,8 \%$. The same comparison with red fox and forest grouse, as well as lynx and forest grouse, results in correlation coefficients of -0,78 and 0,55 respectively R^2 -values of 62 % and 29 %. These results indicate that there exists a positive connection between lynx and forest grouse, as well as a negative connection between forest grouse and red fox. However, with the given data it is not possible to make any statistical conclusions concerning the connection between lynx and red fox. It is therefore uncertain whether lynx have any positive effect on forest grouse since there is some other factor that regulates the fox population.

Keywords: Predation, trophic cascades, predator-prey interactions

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning	8
1.1. Kaskadeffekter och händelsekedjor	9
1.2. Predatorer i Norden	10
1.3. Tidigare forskning	10
1.4. Motivation till frågeställning	11
1.5. Hypotes.....	12
1.6. Mål & syfte	12
2. Material	13
2.1. Studiemråde & avgränsningar	13
2.2. Datakällor.....	14
3. Metod	15
3.1. Analysmetoder.....	15
3.2. Studiearter	15
3.2.1. Lodjur	15
3.2.2. Skogshöns: tjäder, orre och järpe.....	16
3.2.3. Rödräv	16
4. Resultat	18
5. Diskussion	20
5.1. Slutsats	23
Referenser	24
Bilaga 1	30

1. INLEDNING

Toppredatorer har ofta en stor betydelse och inverkan på de ekosystem som de lever i. De större predatorerna reglerar bland annat bytesdjurens populationstäthet men även antalet sekundära predatorer så kallade "mesopredatorer". Eftersom predation driver det naturliga urvalet hos bytesdjuren blir individerna starkare och mer hälsosamma. Toppredatorerna har länge jagats av människan runt om i världen, dels för att skydda boskap, dels av rädsla men även för att öka annat jaktbart vilt. Det har dock noterats flertalet gånger att människans jakt på toppredatorer har lett till minskad biologisk mångfald på grund av de orsakade kaskadeffekterna (Ordiz, Bischof och Swenson, 2013). Enligt Ripple m.fl. (2016) är en kaskadeffekt i huvudsak de effekter som uppstår och sprider sig ner i näringskedjor när rovdjur prederar på sina byten. Denna effekt sprider sig över flera trofiska nivåer och uppstår främst vid predation. Den kan även orsakas till följd av att bytesdjuren upplever en predationsrisk och därför ändrar sina beteenden.

Mesopredatorer är geografiskt och taxonomiskt sett ofta undertryckta av toppredatorer. Detta sker både genom att toppredatorerna dödar mesopredatorer men även genom att orsaka rädsla. Toppredatorernas närvaro får mesopredatorerna att ändra beteende, de börjar nyttja andra habitat och får en minskad spridning och populationstäthet. Om alla toppredatorer avlägsnas från ett område kommer Mesopredatorerna att öka kraftigt. Detta orsakar högre predation på mindre byten som tidigare kunnat klara sig relativt bra med "skydd" av toppredatorerna. Konceptet kallas för "Mesopredator release hypothesis" och uppstår ofta när människan utrotar toppredatorer i sitt närområde genom fragmentering av landskap, överexploatering och jakt (Ritchie och Johnson, 2009).

"Mesopredator release" definieras ofta som en mesopredators ökning i antal eller utbredning, till följd av att en eller flera toppredatorer minskat i antal eller utbredning (Brashares m.fl. 2010). Den här typen av trofisk interaktion har påvisats flertalet gånger inom olika organismsamhällen och ekosystem. Försvinner toppredatorerna ökar mesopredatorer i antal och bytesdjuren minskar, ibland leder det till och med till arters utdöende på lokal nivå. En "mesopredator" är ofta en mindre predator som är någonstans i mitten av en näringskedja. Mesopredatorer kan dock vara toppredatorer på till exempel öar där de större rovdjuren saknas (Prugh m.fl., 2009).

1.1. Kaskadeffekter och händelsekedjor

Interaktioner mellan trofiska nivåer kan ske antingen genom predation (uppifrån och ned) eller genom tillgången på födoresurser (nerifrån och upp) (Ordiz, 2010). Enligt Fraser (1998) kommer ett samhälle med minst tre trofiska nivåer att styras genom predation. Det förekommer även kombinationer av bägge ståndpunkterna. Ekosystem på nordliga breddgrader regleras mer av predation än av tillgången på födoresurser eftersom växtätare inte begränsar nettoprimärproduktionen (Krebs m. fl. 2003). I ekosystem i Östafrika är det både tillgången på födoresurser och predation som påverkar populationerna av herbivorer eftersom det är ett system där diversiteten av bytesdjur och predatorer är stor (Sinclair, Mudma och Brashares, 2003). Det finns även andra faktorer som påverkar, till exempelvis migration. Migrerande djur rör sig över större områden för att utnyttja fler födoresurser. Om predatorerna då inte följer med de migrerande djuren påverkar detta storleken på bytesdjurens populationer (Fryxell, Greever och Sinclair, 1988). Enligt Schmitz, Hambäck och Beckerman (2000) syns tydligt en direkt effekt på antalet herbivorer efter att ha avlägsnat predatorer. Det i sin tur hade betydelse för mängden biomassa, växtskador och växternas föryngringsmöjligheter.

“The exploitation ecosystems hypothesis” beskriver Oksanen och Oksanen (2000) som att det är ett ekosystems primära produktivitet som bestämmer om det är predation eller födoresurser som styr populationerna hos herbivorer. Hypotesen föreslår att produktiva markekosystem med tillräckligt hög primärproduktion kan stödja tre olika trofiska nivåer: predatorer, herbivorer och växter (Morris, 2008). Rovdjuren trycker ner växtätarnas populationer som i sin tur frigör förtrycket på växterna vilket gör det möjligt för växterna att öka i biomassa. Detta kan med andra ord beskrivas som en trofisk kaskad på samhällsnivå (community-level).

I mindre produktiva ekosystem är dock växtätande populationer för små för att kunna stödja rovdjurspopulationerna. I dessa ekosystem finns endast två trofiska nivåer där herbivorer reglerar växternas biomassa. I extremt oproduktiva ekosystem är produktiviteten för låg för att kunna stödja mer än en trofisk nivå, det vill säga växternas trofiska nivå (Morris, 2008). Detta innebär att minst tre trofiska nivåer kan stödjas av ett samhälle med hög produktion (Fraser, 1998). Vid hög produktivitet är det toppredatorer som bildar en fjärde trofisk nivå. En fjärde trofisk nivå orsakar kaskadförändringar i trofisk kontroll och distributionen av biomassa i lägre nivåer. I ekosystem med fyra trofiska nivåer är det topprovdjur som undertrycker stora herbivorer och mesopredatorer. Detta frigör indirekt små herbivorer och vissa växter från kontrollen ovanifrån (Elmhagen m. fl. 2010).

1.2. Predatorer i Norden

I Norden finns det 5 huvudsakliga toppredatorer som många gånger måste konkurrera om sina bytesdjur. De fem predatorerna är varg, *Canis lupus* (L) C. Linné, brunbjörn, *Ursus arctos* (L) C. Linné, lo, *Lynx lynx* (L) C. Linné, järv *Gulo gulo* (L) C. Linné och kungsörn *Aquila chrysaetos* (L) C. Linné. Alla predatorer fyller viktiga roller i bevarandet av biodiversitet och påverkar sina respektive näringskedjor på olika sätt.

Varg och Järv är förhållandevis ganska ovanliga med cirka 237–390 respektive 565–891 individer i Sverige. Sett över hela Skandinavien uppskattas det finnas mellan 300 och 490 vargar och cirka 1000 järvar. Björnen är desto vanligare och utifrån de uppskattningar som är baserade på spillningsinventering finns det cirka 2800 individer i Sverige. Även lodjuret är vanligare än både varg och järv, sett över hela Skandinavien uppskattas det finnas cirka 1500 lodjur varav cirka 1200 av dessa är i Sverige. Kungsörnspopulationen är störst i norra Sverige men Gotland har den tätaste populationen. Sett över hela landet uppskattas det finnas cirka 680 par kungsörnar (Naturvårdsverket, *Fakta om varg, järv, björn, lodjur & kungsörn* 2019.). Enbart i Finland uppskattas det även finnas mellan 2700 - 2900 lodjur som är över 1 år gammal (Suomen riistakeskus, 2015). Detta gör lodjuret till en lämplig toppredator för att undersöka de kaskadeffekter och samband som uppstår till följd av “mesopredator release hypothesis”.

1.3. Tidigare forskning

I en studie gjort av Lyly m.fl. (2016) undersöks det ifall toppredatorn kungsörn har en positiv eller negativ inverkan på skogshöns, detta i förhållande till att kungsörnen tar räv och mård. De fick ett resultat som indikerade att kungsörnen hade en positiv inverkan på unga skogshöns men en negativ inverkan på de vuxna. Det gick dock inte att avgöra om det var enbart på grund av kungsörn de fick detta resultat eller om det fanns andra predatorer som orsakade större kaskadeffekt. Elmhagen m.fl. (2010) gjorde en liknande studie men undersökte lodjurs påverkan på hare. Undersökningen gjordes i Finland med data som samlats in under 17 år över ett 200 000 km² stort område. Området hade tydliga gradienter i produktivitet och kunde därför kopplas till “The hypothesis of exploitation ecosystems”. Det huvudsakliga resultat som gick att påvisa var att där det fanns många lodjur var det färre rävar men även fler harar. Denna undersökning stödjer därför även “Mesopredator release hypothesis” samt visar på att det sker en populationskontroll uppifrån och ned.

Helldin, Liberg och Glöersen (2006) undersökte hur lodjur påverkade rävpopulationer i Sverige genom att sätta sändare på rävar. De kollade även dödsorsak hos andra påträffade döda rävar genom att undersöka spår kring platsen där räven hittades. 4 av 8 rävar som hade sändare på sig blev tagna av lodjur och de rävar som var tagna var dessutom i optimal ålder och kondition. Under studieperioden minskade rävpopulationen med cirka 10% årligen sett över hela studieområdet.

1.4. Motivation till frågeställning

I den här rapporten försöker vi ta reda på om lodjur har någon indirekt positiv påverkan på skogshöns i Sverige. Detta gör vi då det inte verkar ha gjorts någon tidigare forskning om sambandet mellan lodjur som toppredator och skogshöns som bytesdjur.

Skogsfågelpopulationen kan påverkas direkt eller indirekt av predatorer som står högre upp i näringskedjan. Räv, lodjur och rovfåglar är bara några exempel på predatorer som är stora nog att ta fullvuxna skogshöns. Sedan sker även viss bortgång i form av predation på skogshönsens ägg. Lodjuren kan även indirekt påverka skogsfågelpopulationen genom att döda lägre stående predatorer som exempelvis rödräv. Lodjurens indirekta påverkan på skogsfåglar blir då positiv eftersom rödräv är den huvudsakliga dödsorsaken hos tjäder (Wegge och Rolstad, 2011).

Genom att ta reda på vilket samband som finns mellan arterna kan det ge underlag för hur de framtida populationerna kommer att se ut. Det kan vara bra ifall det finns ett behov av att styra en arts population åt något håll. Detta kan vara av intresse ifall det finns mål uppsatta för att öka en specifik arts bevarandestatus. Att öka en arts bevarandestatus kan i sin tur öka biodiversiteten och bidra med en hållbar förvaltning. Samband kan även ge viktig förståelse för vilka kaskadeffekter som kan uppstå vid jakt eller återintroduktion av en specifik art. Bland annat påverkan på biodiversitet och populationerna i de olika trofiska nivåerna.

1.5. Hypotes

Vår hypotes är att lodjuren har en positiv påverkan på skogsfågelpopulationen. Påverkan sker indirekt genom att lodjuren prederar på räv då rävar ses som konkurrenter eller som födoresurs. Rävar är i sin tur en påtaglig faktor som påverkar skogsfågelpopulationen. Därför borde en större lodjurspopulation bedriva mer predation på räv vilket i sin tur borde gynna skogsfågel. Därför förväntar vi oss att se en positiv relation mellan lodjur och skogshöns. En negativ relation mellan lodjur och rödräv samt en negativ relation mellan rödräv och skogshöns. Detta skulle kunna vara en kaskadeffekt som uppstår i och med predation mellan de olika trofiska nivåerna.

1.6. Mål & syfte

Syftet med denna rapport är att undersöka ifall det finns ett indirekt positivt samband mellan lodjur och skogsfågel. Detta i förhållande till hur lodjur indirekt påverkar skogsfågelpopulationen genom att minska antalet mesopredatorer såsom rödräv. Målet är att med hjälp av korrelationskoefficienter och regressionsanalyser se om det finns ett samband mellan storleken på respektive arts populationsstorlek.

2. MATERIAL OCH METOD

Här presenteras det studieområde och avgränsningar samt datamaterial som valts att användas i denna rapport.

2.1. Studieområde & avgränsningar

Denna rapport begränsar sig till Västerbottens län som ligger i norra delen av Sverige (se figur 1). Västerbottens län har en areal av 55 664 km² (Nationalencyklopedin, 2020) och sträcker sig från 63,4°-66,3° N och 14,5°-21,6° Ö. Västerbottens län omfattar landskapen: Västerbotten, södra Lappland, nordöstligaste Ångermanland och en mindre del av norra Jämtland (Nationalencyklopedin, 2020).



Figur 1. Kartor över studieområdet. Den vänstra kartan visar var i Sverige Västerbottens län ligger beläget och den högra visar upp en mer detaljerad bild av vilka kommuner som tillhör Västerbottens län. Modifierat från wiki Commons.

Denna rapport tar bara hänsyn till skogshönsen tjäder, orre och järpe och bortser därmed från dalripa och fjällripa trots att dessa två arter också tillhör familjen skogshöns. Detta är på grund av att de har väldigt annorlunda avskjutningsmängd i förhållande till de övriga skogshönsen och kan därför påverka resultatet. Vi har bara tagit hänsyn till lodjur och räv trots att det finns fler rovdjur som tar skogshöns. Till exempel är mård, hök och örn uteslutna då det är svårt att få tag på användbara data för dessa arter utan mer omfattande studier.

2.2. Datakällor

De data som använts sträcker sig från 2000 till 2019 för lo, för räv och skogsfågel sträcker sig datat från 2006 till 2018 (se tabell 1 och figur 2). Lodjursdatat kommer från Västerbottens länsstyrelse och omfattar antal loföryngringar för respektive år. En loföryngring motsvarar ett antal lodjur som är 6,14 (räknefaktor) gånger så stort jämfört med föryngringsantalet. Datat för räv och skogsfågel är hämtad från jägareförbundets viltdata (<https://www.viltdata.se/>) och avser det totala antalet registrerade fällda vilt i länet per år. Skogsfågeldatat är en summering av datat för de tre olika skogshönsen: tjäder, orre och järpe.

Tabell 1. Inventeringsdata samt avskjutningsdata för respektive studieart.

LODJUR I VÄSTERBOTTENS LÄN 2000-2009										
År:	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Lodjursföryngringar:	34	38	29	24	21	30,5	32	23	38,5	41,5
Totalt antal lo:*	208,76	233,32	178,06	147,36	128,94	187,27	196,48	141,22	236,39	254,81
*föryngring x räknefaktor (6,14)										

LODJUR I VÄSTERBOTTENS LÄN 2010-2019										
År:	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lodjursföryngringar:	28	32	34,5	23	13,5	13,5	27,5	27	27,5	25
Totalt antal lo:*	171,92	196,48	211,83	141,22	82,89	82,89	168,85	165,78	168,85	153,5
*föryngring x räknefaktor (6,14)										

AVSKJUTNINGSDATA FÖR RÄV, TJÄDER, ORRE & JÄRPE I VÄSTERBOTTENS LÄN													
År:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rödräv:	3086	2424	3172	3349	4595	5708	4764	4579	4632	5131	3825	3050	3969
Tjäder:	4808	7491	9570	4482	6088	6338	3079	2851	3042	2405	2547	3142	6820
Orre:	7523	10806	13932	9302	9879	8310	5023	4685	4359	3914	3573	4044	7639
Järpe:	856	755	1103	1944	3689	2805	1377	1221	1069	1053	794	927	1424
Summa skogsfågel:	16273	21476	27777	19077	24251	23161	14243	13336	13102	12503	10739	11163	19852

2.3. Metod

För att undersöka sambandet mellan de olika studiearterna valdes två olika statistiska analysmetoder. De två metoderna var korrelationskoefficienten samt enkel linjär regression, dessutom gjordes även grafer för att enklare visuellt kunna se sambandet.

2.4. Analysmetoder

Korrelationerna beräknades genom att först standardisera variablerna med formeln:

$$\frac{(\textit{Observation} - \textit{Medelv\u00e4rdet})}{\textit{Standardavvikelsen}}$$

D\u00e4refter anv\u00e4ndes korrelationsverktyget "KORREL" i Excel f\u00f6r att f\u00e5 fram korrelationskoefficienten mellan de tv\u00e5 olika variablerna. F\u00f6r regressionsanalysen anv\u00e4ndes det statistiska programmet Minitab 18 (f\u00f6r genomf\u00f6randet se bilagor). I regressionsanalysen anv\u00e4nds ett 95-procentigt konfidensintervall vilket ger en signifikansniv\u00e5 p\u00e5 5 %. Ut\u00f6ver analyserna gjordes grafer f\u00f6r att kunna p\u00e5visa fluktuationer \u00f6ver tid samt se skillnader mellan de olika arterna (se figur 2). F\u00f6r graferna anv\u00e4ndes de standardiserade v\u00e4rderna f\u00f6r varje art s\u00e5 att alla v\u00e4rden skulle passa samma skala. Variablerna som st\u00e4lldes mot varandra i analyserna var: lodjur - r\u00f6dr\u00e4v med ett \u00e5rs f\u00f6rskjutning, lodjur - skogsf\u00e4gel med tv\u00e5 \u00e5rs f\u00f6rskjutning och r\u00f6dr\u00e4v - skogsf\u00e4gel med ett \u00e5rs f\u00f6rskjutning. Datat f\u00f6rskjuts med h\u00e4nseende till Needham m.fl. (2014) forskning som visar att det sker ett \u00e5rs f\u00f6rdr\u00f6jning mellan predator och bytesdjur.

2.5. Studiearter

H\u00e4r kommer det presenteras fakta om de arter som denna rapport i f\u00f6rsta hand tar h\u00e4nsyn till. Detta f\u00f6r att ge djupare f\u00f6rst\u00e5else f\u00f6r varf\u00f6r det finns anledningar att g\u00f6ra denna typ av unders\u00f6kning.

2.5.1. Lodjur

Lodjur \u00e4r en toppredator som inte har n\u00e5gra naturliga fiender, m\u00e4nniskans exploatering och fragmentering kan d\u00e4remot utg\u00f6ra hot mot populationen. Deras

huvudsakliga föda består av renar (Pedersen m. fl. 1999) och rådjur, men födan kan även bestå av harar, skogsfåglar, rävar och mindre däggdjur (Odden, Linnell och Andersen, 2006). Då lodjuren har många olika födokällor kan de påverka övriga trofiska nivåer direkt och indirekt.

Rovdjur i Sverige har under lång tid jagats hårt under 1800-talet och början av 1900-talet. Den hårda förföljelsen ledde till att det enbart fanns några enstaka lodjur kvar i landet. 1928 infördes en fridlysning som bidrog till att stammen återhämtade sig i viss utsträckning. Den fridlysningen varade fram till 1948 då man återigen införde jakt på lo då det uppstod problem för rennäringen med en växande lodjursstam. När återigen lodjuren försvann på många håll i landet återinfördes fridlysningen i hela landet 1991 (Andrén och Liberg, 2008)

I Västerbottens län förekommer lodjur med en stadig och reproducerande stam. Lodjur går att finna i stort sett över hela länet, men i kustlandet har det varit oregelbunden förekomst. Stammen har fluktuerat över tid men har under ett långt tidsspann legat mellan 20 - 40 familjegrupper, det vill säga ca. 123 - 246 individer. Västerbottens länsstyrelse rapporterade 25 föryngringar år 2019 (länsstyrelsen.se, 2019).

2.5.2. Skogshöns: tjäder, orre och järpe

Tjäder, orre, *Tetrao tetrix* (L) C. Linné och järpe, *Tetrastes bonasia* (L) C. Linné, räknas alla tre som skogshöns (*Tetraoni'nae*) vilket är en underfamilj till hönsfåglar (*Phasia'nidae*). De är även alla stannfåglar, vilket innebär att de är anpassade för att klara av vintern på en ofta lågkvalitativ växtdiet. När äggen kläcks i juni är fågelungarna förhållandevis välutvecklade jämfört med andra fågelarter, vilket ger bättre förutsättningar för överlevnad (ne.se).

De tre skogshönsen har olika preferenser på sin omgivning. Enligt Swenson och Angelstam (1993) föredrar till exempel orren skog som är 0–20 år gammal. Järpen föredrar skog som är 20–50 år gammal med 1–10 % lövinslag och tjädern föredrar skog äldre än 90 år utan något löv alls.

2.5.3. Rödräv

Rödräven *Vulpes vulpes*, (L) C. Linné, är ett rovdjur som finns över hela Sverige och större delen av norra halvklotet. Räven ses som en generalist då den har många olika födokällor såsom insekter, fisk, fåglar, smågnagare, harar, rådjur och kadaver. Den huvudsakliga födan består av sorkar som de äter under hela året (Svenska

Jägareförbundet). Ett problem som uppstår med sork som huvudsaklig födokälla är att sorkpopulationen går i cykler på ca 3–4 år (Kjellander och Nordström 2003). Detta innebär att rävarna byter födopreferens de år sorkpopulationerna är låga, fenomenet kallas för “the alternative prey hypothesis” (Tornberg m. fl. 2012). Enligt Needham m.fl. (2014) så är det ett års fördröjning mellan att räv och sork når sina maximum under sina respektive populationscykler. Det innebär att ett år efter att sorkpopulationen nått sitt maximum kommer rävpopulationen nå sitt maximum. När sorkpopulationen minskar så minskar även födotillgången för räv och därmed minskar även rävpopulationen.

Rävar och lodjur delar födokällor med varandra, såsom rådjur, hare och skogsfågel, vilket leder till att lodjuren prederar på räv då rävarna utgör konkurrens eller för att de kan ses som bytesdjur. Att lodjuren prederar på räv kan i sin tur gynna populationerna av skogsfågel och hare (Svenska Jägareförbundet). Enligt Needham m.fl. (2014) är den främsta dödsorsaken hos tjädern (i Varaldskogen, gränslandet mellan Sverige och Norge) predation från räv. Under 1980-talet när skabben (*Sarcoptes scabiei*) drabbade räven hårt blev det en tydlig ökning av skogshöns och andra mindre predatorer (Smedshaug, 1999).

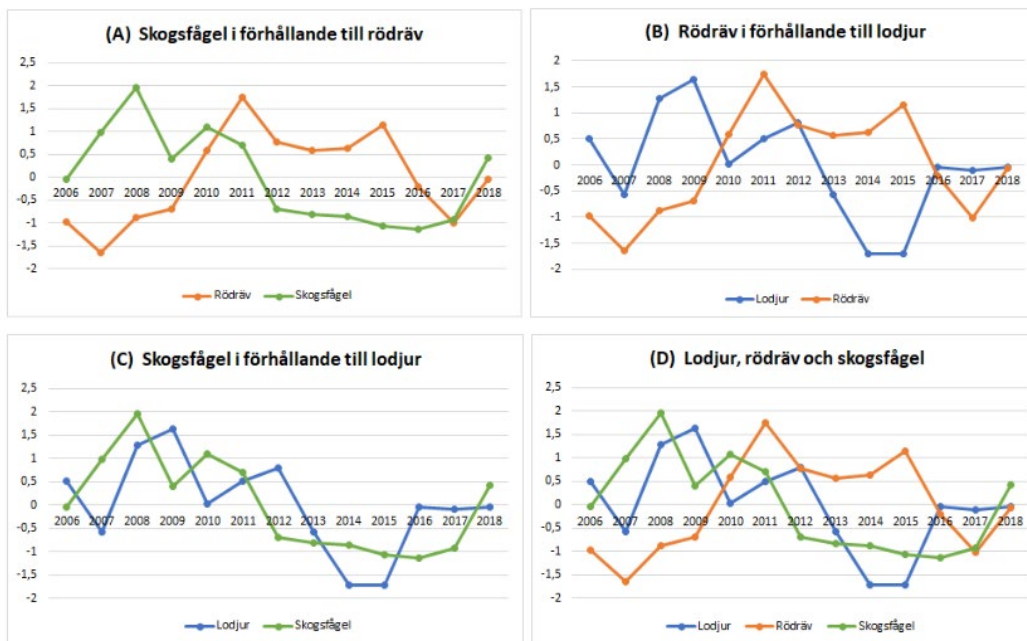
3. RESULTAT

Utifrån korrelationen som beräknades går det att se ett samband mellan de olika arterna (se tabell 2). Korrelationen påvisar att lodjur har en positiv effekt på skogshöns, rödräv har en negativ effekt på skogshöns samt att lodjur har en svag negativ effekt på rödräv. Det tydligaste sambandet som påvisades var antalet rävar mot antalet skogshöns med en korrelationskoefficient på -0,78. Korrelationskoefficienten mellan lodjur och rödräv blev det lägsta värdet -0,11.

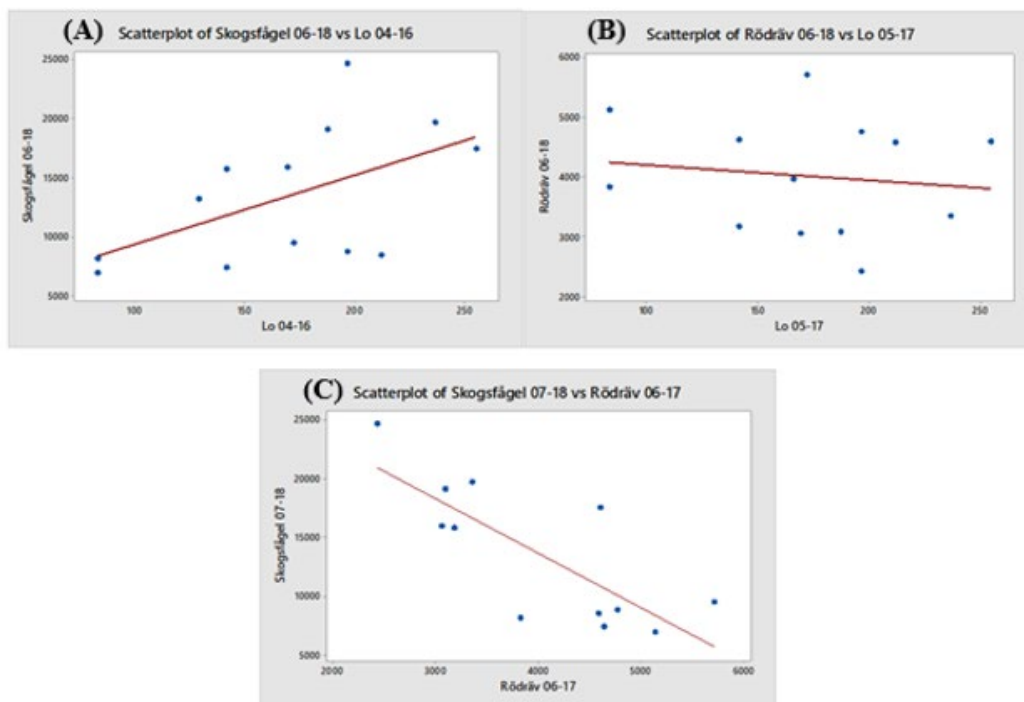
Tabell 2. Korrelationstabell som visar sambandet som finns mellan de olika variabel 1 och 2.

Variabel 1	Variabel 2	Korrelationskoefficienten
Lodjur år 06–17	Rödräv år 07–18	-0,11275
Rödräv år 06–17	Skogsfågel år 07–18	-0,78546
Lodjur år 06–16	Skogsfågel år 08–18	0,55175

Resultatet från regressionsanalysen påvisar liknande samband som korrelationen mellan de olika arterna. Regressionen med starkast samband var mellan skogsfågel och rödräv. Antalet skogsfåglar minskade med ökat antal rödrävar året innan (estimat: $-4,64 \pm 1,16$, $p: 0,002$, $R^2: 62\%$; se figur 3C). Regressionen mellan skogsfågel och lodjur påvisade ett svagare samband än föregående. Antalet skogsfåglar ökade med ökat antal lodjur två år tidigare (estimat: $58,2 \pm 27,5$, $p: 0,057$, $R^2: 29\%$; se figur 3A). Regressionen som påvisade det svagaste sambandet var mellan rödräv och lodjur. Antalet rödräv minskade med ökat antal lodjur året innan (estimat: $-2,5 \pm 5,61$, $p: 0,66$, $R^2: 1,8\%$; se figur 3B).



Figur 2. Grafer som visar studierarnas fluktuationer över tid (utan förskjutning). Graf A visar hur skogsfågelpopulationen förhåller sig till rödrävpopulationen. Graf B visar förhållandet mellan rödräv och lodjur, graf C mellan skogsfågel och lodjur och graf D visar förhållandet mellan alla studiearter.



Figur 3. Scatterplots som visar sambanden mellan studiearterna från regressionsanalyserna. Scatterplot A visar sambandet mellan skogsfågel och lodjur med 2 års förskjutning. Scatterplot B visar sambandet mellan rödräv och lodjur med ett års förskjutning. Scatterplot C visar sambandet mellan skogsfågel och rödräv med ett års förskjutning.

4. DISKUSSION

Resultatet visar att det finns ett positivt samband mellan lodjur och skogsfågel vilket även stämmer överens med vår hypotes. Detta verkar dock inte bero på de faktorer som brukar kopplas till ”mesopredator release hypothesis” och ”the exploitation ecosystem hypothesis”. Det vill säga att i ett ekosystem med fyra trofiska nivåer prederar toppredatorer på mesopredatorer. Följden av detta blir att toppredatorer och bytesdjur som hare och skogsfågel ökar i antal, medan mesopredatorerna minskar i antal minskar även den totala biomassan (Oksanen och Oksanen, 2000). Att dessa ekologiska teorier inte stödjer vårt resultat beror på att vi inte kan påvisa något direkt samband mellan lodjur och rödräv. Det är troligtvis andra faktorer än lodjurens predation på rödräv som resulterar i ett positivt samband mellan skogshöns och lodjur. En faktor som inte har analyserats men som kan ha haft påverkan är att toppredatorers närvaro kan sprida rädsla till mesopredatorerna. Detta gör att mesopredatorerna börjar nyttja andra habitat och får en minskad spridning samt populationstäthet (Ritchie och Johnson, 2009). Ytterligare en faktor som kan ha haft påverkan på lodjurens positiva samband med skogshöns kan vara att lodjur och rödräv delar födoresurser (Svenska Jägareförbundet). Detta skulle kunna innebära att rävarna svälter under perioder då de ordinarie resurstillgångarna är låga eller att de tvingas söka sig till nya områden eller andra födokällor.

Resultatet visar att det finns samband mellan de olika arterna. Det starkaste sambandet var mellan skogsfåglar och rödräv. Att dessa arter hade starkast samband kan bero på att rödräv är den huvudsakliga dödsorsaken hos tjäder (Wegge och Rolstad, 2011). Det svagaste sambandet uppstod mellan rödräv och lodjur. Detta kan ha sin förklaring i att lodjurens huvudsakliga föda består av renar (Pedersen m. fl. 1999) eller av rådjur (Odden, Linnell och Andersen, 2006). Enligt Odden, Linnell och Andersen (2006) kan lodjur även predera på rödräv, skogsfåglar och hare men det är inte den huvudsakliga födan.

Elmhagen m.fl. (2010) kunde påvisa att rödräv minskade i antal i de områden där det fanns förhållandevis mycket lodjur. Jämfört med deras studie i Finland, är vårt samband mellan rödräv och lodjur mycket svagare. Däremot visade regressionsanalysen ett positivt samband mellan lodjur och skogsfågel, vilket liknade de resultat som Elmhagens studie mellan lodjur och hare påvisade. Även Helldin, Liberg och Glöersen (2006) kunde påvisa att lodjur hade en negativ effekt på rödräv vilket i sin tur skulle stödja vår hypotes. En orsak till att vi inte kan se något tydligt samband mellan räv och lo kan vara vår begränsade datamängd. Dels sträcker sig datat bara över en tolvårsperiod och dels är det enbart avskjutning av räv och fågel som vi tar hänsyn till. Det kan även vara så att lodjursstammen i Sverige inte är stor nog för att påverka rödräv, vilket medför att det främst är rävens övriga resurstillgångar som styr dess populationsstorlek.

Analysmetoderna som har använts valdes då mängden tillgängliga data var begränsad och för att det var för tidsödande att samla in ytterligare data. Att göra enkel linjär regression och ta fram korrelationskoefficienten passade då vårt arbete väldigt bra eftersom de gav konkreta samband mellan variablerna som användes. Andra liknande studier, som exempelvis Helldin, Liberg och Glöersen (2006) och Needham m.fl. (2014), har också använt linjär regression som analysmetod. Samuels, Witmer och Schaffner (2015) beskriver i sin bok *Statistics for the Life Sciences*, 5th edition (s. 521) att linjär regression och korrelationsanalyser kan användas för att påvisa samband mellan två kvantitativa variabler. Detta tyder på att linjär regression och korrelationsanalyser är tillförlitliga metoder. Det negativa med analyserna är att med en begränsad datamängd kan enskilda värden, som sticker ut mycket i jämförelse med andra, resultera i att slutresultatet får en hög varians. Denna felkälla hade inte varit lika påtaglig ifall datamängden hade varit betydligt större. Andra felkällor som uppstår är att det finns många olika variabler som kan påverka en specifik arts population, i vårt fall har vi endast satt djurdata mot varandra. För att få en större helhetsbild av vad som kan påverka en arts population skulle det vara bra att ta hänsyn till fler aspekter. Detta skulle till exempel kunna vara andra mesopredatorer eller mer omfattande inventeringsdata. Med hjälp av multipel linjär regression skulle dessutom analysmetoden kunna förbättras då flera olika oberoende variabler kan ställas mot varandra.

Enligt Tornberg m.fl. (2012) har vädret ingen tydlig påverkan på populationerna hos skogsfåglar. Därmed är väder inte en pålitlig faktor för att förutse hur skogsfågelpopulationer kommer förändras över tid. Kallt och blött väder kan dock bidra till att reproduktionen blir lidande och att kycklingarna blir mer sårbara mot predatorer. Enligt Wegge och Kastdalen (2007) var det bara under extremt blöta och kalla förhållanden som dödsfall hos kycklingarna kunde påvisas.

Enligt Swenson och Angelstam (1993) har orren en naturlig fördel mot det moderna skogsbruket jämfört med järpen och tjädern. Orren vill helst ha ungskog som naturligt har uppstått efter en brand, dessa habitat skapas i dagsläget främst genom kalhuggning. Tjädern och järpen har svårare att hantera det moderna skogsbruket då tjädern vill ha gammal och gles tallskog medan järpen vill ha tät granskog med lövinslag. Fortsatt menar Swenson och Angelstam (1993) att det är viktigt att olika skogar sköts på olika sätt, sett över landskapsnivå, för att kunna bibehålla livskraftiga populationer av de tre olika arterna. Borchtchevski m.fl. (2003) påvisade att överlevnaden hos de tre arterna var högre under fåglarnas reproduktiva fas där det bedrevs aktivt skogsbruk jämfört med avsatta reservat. Däremot var det enbart orren som ökade i dessa områden när de jämförde antalet fullvuxna individer.

Enligt jägareförbundet (2020) har jakt väldigt liten påverkan på tjädern. De menar att 83% av tjädrarna dör till följd av predation, 8 % av dör till följd av jakt vilket ska vara lika stor andel som dör av kraftledning. Äggpredation av mindre predatorer så som kråkor påverkar storleken på tjäder- och orrstammarna.

Det är svårt att ta hänsyn till den mänskliga faktorn som sker i form av skogsbruk och fragmentering av landskap samt att ta hänsyn till vädrets påverkan med avskjutningsdata. För att få bättre uppfattning om hur dessa faktorer påverkar de olika arterna tror vi att det hade varit bra att till exempel följa enskilda individer med hjälp av sändare. Detta för att kunna se dels hur arterna rör sig i fragmenterade landskap och dels hur de förhåller sig till varandra. Det hade även varit bra att göra någon mer omfattande linjeinventering eller spårinventering för att kunna uppskatta antalet individer. Att undersöka närmare hur mindre områden skiljer sig mellan varandra i landet hade nog också varit viktigt för att kunna se hur de olika arterna påverkas av olika habitat. Att se över ett så stort område som hela Västerbottens län med den datatyp vi hade att tillgå var inte optimalt i och med lodjurets utbredning i förhållande till de andra arterna. Det hade även varit intressant att jämföra områden där det finns mycket lodjur med områden som kanske helt saknar toppredatorer. Det hade då blivit lättare att dra slutsatser ifall skogshönsen påverkas eller ej.

4.1. Slutsats

Analyserna som gjordes tyder på att det finns ett negativt samband mellan skogshöns och rödräv, positivt samband mellan skogshöns och lodjur men inget samband mellan rödräv och lodjur. Syftet med undersökningen har delvis uppnåtts eftersom vi kan påvisa att det finns ett positivt samband mellan lodjur och skogshöns men vi har inte kunnat påvisa att lodjur har ett negativ påverkan på rödräv. Det är därför svårt att avgöra vad som är orsaken till resultatet och om det kan kopplas till “mesopredator release hypothesis”.

Att resultatet inte riktigt blev det vi önskade beror troligtvis till största del på den begränsade datamängd som finns tillgänglig och för att studieområdet var väldigt stort. Med mer data över mindre områden hade det varit lättare att testa hypotesen och det hade troligtvis resulterat i ett mer tillförlitligt resultat. Den främsta nackdelen är att vi har använt oss av avskjutningsdata för rödräv och de olika skogshönsen. Avskjutningsdata ger bara en uppskattning över hur stora populationerna är av varje art. Detta medför att vi inte vet hur stora populationerna egentligen är vilket medför att resultatet hade kunnat förbättras med exempelvis inventeringsdata. Om det dessutom stämmer att avskjutningen enbart motsvarar 5–10 % av antalet skogshöns och cirka 80 % dör av predation har vi väldigt liten del av hela populationen att göra analyser på.

Systematiken som använts har passat studien bra då de ekologiska teorier och analysmetoder som använts har nyttjats i flertalet andra liknande studier och kan därför ses som tillförlitliga. De begränsningar som finns är att enkel linjär regression enbart kan ställa två variabler mot varandra. Detta medför att inte alla faktorer som kan påverka en arts population kommer med i analysen. Tillvägagångssättet vi använde oss av passade även denna typ av uppgift bra. Vi kunde enkelt komma åt det data vi behövde, analyserna var även enkla men effektiva att göra.

Det som stödjer vår hypotes är att tidigare forskning har kommit fram till att i ekosystem med fyra trofiska nivåer, prederar toppredatorer på mesopredatorer. Detta minskar predationstrycket på mindre bytesdjur såsom hare och skogshöns, vilket i sin tur stöds av “mesopredator release hypothesis” och “the exploitation ecosystems hypothesis”. För att tydligare se hur arterna samverkar hade det varit bra att undersöka mindre områden med och utan lodjur för att se om antalet skogshöns skiljer sig åt för respektive område. Det hade varit bra att göra undersökningen med någon typ av inventeringsmetod för både skogshöns och räv. Om möjligt hade det även varit intressant att introducera lodjur till ett område som tidigare saknat lodjur eller andra toppredatorer, där det finns studier för räv- och skogshönspopulationerna under en längre tid.

5. REFERENSER

Andrén och Liberg (2008). SLUTRAPPORT -LODJURSPROJEKTET. Grimsö forskningsstation Institutionen för ekologi, SLU 730 91 Riddarhyttan. [online] Tillgänglig på: http://www.rovdjursskolan.se/illustrationer/fil_20091009102723.pdf.

Borchchevski, V.G., Hjeljord, O., Wegge, P. and Sivkov, A.V. (2003). Does fragmentation by logging reduce grouse reproductive success in boreal forests? *Wildlife Biology*, 9(1), pp.275–282. (<https://doi.org/10.2981/wlb.2003.015>)

Brasares JS, Prugh LR, Stoner CJ, Epps CW. 2010. ecological and conservation implications of mesopredator release. I Terborgh J, Estes JA, eds. Trophic Cascades. Island Press. Forthcoming.

Elmhagen, B., Ludwig, G., Rushton, S.P., Helle, P. and Lindén, H. (2010). Top predators, mesopredators and their prey: interference ecosystems along bioclimatic productivity gradients. *Journal of Animal Ecology*.

Frank, J. & Tovmo, M. (2019). *Inventering av lodjur 2019 Bestandsövervakning av gaupe PDF Free Download*. [online] Tillgänglig på: <https://docplayer.se/153834954-Inventering-av-lodjur-2019-bestandsovervakning-av-gaupe-2019.html> [Hämtad 30 Mar. 2020].

Fraser, L.H. (1998). Top-Down vs Bottom-Up Control Influenced by Productivity in a North Derbyshire, UK, Dale. *Oikos*, 81(1), p.99.

Fryxell, J.M., Greever, J. and Sinclair, A.R.E. (1988). Why are Migratory Ungulates So Abundant? *The American Naturalist*, 131(6), pp.781–798.

Helldin, J.O., Liberg, O. and Glöersen, G. (2006). Lynx (*Lynx lynx*) killing red foxes (*Vulpes vulpes*) in boreal Sweden? frequency and population effects. *Journal of Zoology*, 270(4), pp.657–663.

Jägareförbundet, S. (2020). *Tummen upp för längre jakttid på ripa, tjäder och orrtupp*. [online] jagareforbundet.se. Tillgänglig på: <https://jagareforbundet.se/aktuellt/forbundsnyheter/2020/03/tummen-upp-for-langre-jakttid-pa-ripa-tjader--och-orrtupp/> [Hämtad 14 Apr. 2020].

Kjellander, P. & Nordström, J. (2003). Cyclic voles, prey switching in red fox, and roe deer dynamics – a test of the alternative prey hypothesis. *Oikos*, vol. 101 (2), ss. 338–344.

Krebs, C.J., Danell, K., Angerbjörn, A., Agrell, J., Berteaux, D., Bråthen, K.A., Danell, Ö., Erlinge, S., Fedorov, V., Fredga, K., Hjältén, J., Högstedt, G., Jónsdóttir, I.S., Kenney, A.J., Kjellén, N., Nordin, T., Roininen, H., Svensson, M., Tannerfeldt, M. and Wiklund, C. (2003). Terrestrial trophic dynamics in the Canadian Arctic. *Canadian Journal of Zoology*, 81(5), pp.827–843.

Lyly, M.S., Villers, A., Koivisto, E., Helle, P., Ollila, T. and Korpimäki, E. (2016). Guardian or threat: does golden eagle predation risk have cascading effects on forest grouse? *Oecologia*, 182(2), pp.487–498.

Morris, R.J. (2008). Community Ecology: How Green Is the Arctic Tundra? *Current Biology*, [online] 18(6), pp.R256–R258. Tillgänglig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982208000778> [Hämtad 26 Mar. 2020].

Nationalencyklopedin (2020). Västerbottens län. Tillgänglig på: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/vasterbottens-lan> [Hämtad 2020-04-14].

Naturvårdsverket. (2019). *Fakta om björn*. [online] Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Rovdjur/Fakta-om-bjorn/> [Hämtad 2 Apr. 2020].

Naturvårdsverket. (2019). *Fakta om järv*. [online] Tillgänglig på: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Rovdjur/Fakta-om-jarv/> [Hämtad 2 Apr. 2020].

Naturvårdsverket. (2019). *Fakta om varg*. [online] Tillgänglig på: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Rovdjur/Fakta-om-varg/> [Hämtad 2 Apr. 2020].

Naturvårdsverket. (2019). *Tillståndet för lodjuren i Sverige - Fakta om lodjur*. [online] Tillgänglig på: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Rovdjur/Fakta-om-lo/> [Hämtad 2 Apr. 2020].

Needham, R., Odden, M., Lundstadsveen, S.K. and Wegge, P. (2014). Seasonal diets of red foxes in a boreal forest with a dense population of moose: the importance of winter scavenging. *Acta Theriologica*, 59(3), pp.391–398. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s13364-014-0188-7>).

Odden, J., Linnell, J.D.C. and Andersen, R. (2006). Diet of Eurasian lynx, *Lynx lynx*, in the boreal forest of southeastern Norway: the relative importance of livestock and hares at low roe deer density. *European Journal of Wildlife Research*, 52(4), pp.237–244.

Oksanen, L. and Oksanen, T. (2000). The Logic and Realism of the Hypothesis of Exploitation Ecosystems. *The American Naturalist*, 155(6), pp.703–723.

Ordiz, A., Bischof, R. and Swenson, J.E. (2013). Saving large carnivores, but losing the apex predator? *Biological Conservation*, 168, pp.128–133. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320713003418>).

Ordiz, A. (2010). De stora rovdjurens ekologiska roll. Svenska rovdjursföreningen. Tillgänglig: <https://www.rovdjur.se/om-rovdjur> [2020-04-06].

Pedersen, V.A., Linnell, J.D.C., Andersen, R., Andrén, H., Lindén, M. & Segerström, P. (1999). Winter lynx *Lynx lynx* predation on semi-domestic reindeer *Rangifer tarandus* in northern Sweden. *Wildlife Biology*, vol. 5 (1), ss. 203–211 Nordic Board for Wildlife Research.

Prugh, L.R., Stoner, C.J., Epps, C.W., Bean, W.T., Ripple, W.J., Laliberte, A.S. and Brashares, J.S. (2009). The Rise of the Mesopredator. *BioScience*, [online] 59(9), pp.779–791. Tillgänglig på: <https://academic.oup.com/bioscience/article/59/9/779/248536> [Hämtad 18 Apr. 2019].

Rapport.viltdata.se. (n.d.). Viltdata. [online] Tillgänglig på: <https://rapport.viltdata.se/statistik/> [Hämtad 13 Mar. 2020].

Ripple, W.J., Estes, J.A., Schmitz, O.J., Constant, V., Kaylor, M.J., Lenz, A., Motley, J.L., Self, K.E., Taylor, D.S. and Wolf, C. (2016). What is a Trophic Cascade? *Trends in Ecology & Evolution*, [online] 31(11), pp.842–849. Tillgänglig på:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534716301379> [Hämtad 27 Oct. 2019].

Ritchie, E.G. and Johnson, C.N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters*, [online] 12(9), pp.982–998. Tillgänglig på:

<https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2009.01347.x> [Hämtad 18 Apr. 2019].

Samuels, M.L., Witmer, J.A. and Schaffner, A.A. (2015). *Statistics for the life sciences, 5th edition (s. 521)*. Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.

Schmitz, O.J., Hambäck, P.A. and Beckerman, A.P. (2000). Trophic Cascades in Terrestrial Systems: A Review of the Effects of Carnivore Removals on Plants. *The American Naturalist*, 155(2), pp.141–153.

Sinclair, A.R.E., Mduma, S. and Brashares, J.S. (2003). Patterns of predation in a diverse predator–prey system. *Nature*, [online] 425(6955), pp.288–290. Tillgänglig på: <https://www.nature.com/articles/nature01934>.

Smedshaug, C.A. (1999). The effect of a natural reduction of red fox *Vulpes vulpes* on small game hunting bags in Norway. *Wildlife Biology*, 5(1), p.157.

Suomen riistakeskus. (2015). *Lodjursbytet i hela landet 477 individer*. [online] Tillgänglig på: <https://riista.fi/sv/lodjursbytet-hela-landet-477-individer/?shared=email&msg=fail> [Hämtad 2 Apr. 2020].

Svenska.yle.fi. (2018). *Ny rapport: Vargstammen växer och rör sig västerut – 70 procent av vargarna uppskattas nu leva i västra Finland*. [online] Tillgänglig på: <https://svenska.yle.fi/artikel/2018/06/06/ny-rapport-vargstammen-vaxer-och-ror-sig-vasterut-70-procent-av-vargarna> [Hämtad 30 Mar. 2020].

Swenson, J.E. and Angelstam, P. (1993). Habitat separation by sympatric forest grouse in Fennoscandia in relation to boreal forest succession. *Canadian Journal of Zoology*, 71(7), pp.1303–1310.
(<https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/z93-180#.Xlz1PSN7nIU>)

Tornberg, R., Reif, V. & Korpimäki, E. (2012). What Explains Forest Grouse Mortality: Predation Impacts of Raptors, Vole Abundance, or Weather Conditions? *International Journal of Ecology*. [Research Article]. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/375260>

Viltdata. (n.d.). *Startsidan*. [online] Available at: <https://www.viltdata.se/> [Hämtad 28 Apr. 2020]. Tillgänglig på: <https://www.viltdata.se/>

Wabakken, P., Aronson, Å., Strømseth, T., Sand, H., Maartmann, E., Svensson, L., Flagstad, Ø., Hedmark, E., Liberg, O. and Kojola, I. (2010). *Høgskolen i Hedmark Oppdragsrapport nr. 4 -2010 Ulv i Skandinavia*. [online] Tillgänglig på: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/forskning/projekt/skandulv/publikationer/rapporter/wabakken-et-al-2010-ulv-i-skandinavia-vinteren-2009-2010.pdf> [Hämtad 30 Mar. 2020].

Wegge, P. & Kastdalen, L. (2007). Pattern and causes of natural mortality of capercaillie, *Tetrao urogallus*, chicks in a fragmented boreal forest. *Annales Zoologici Fennici*, vol. 44 (2), ss. 141–151 Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Wegge, P. and Rolstad, J. (2011). Clearcutting forestry and Eurasian boreal forest grouse: Long-term monitoring of sympatric capercaillie *Tetrao urogallus* and black grouse *T. tetrix* reveals unexpected effects on their population performances. *Forest Ecology and Management*, [online] 261(9), pp.1520–1529. Tillgänglig på: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112711000739> [Hämtad 3 Apr. 2020].

www.lansstyrelsen.se. (n.d.). *Inventering av stora rovdjur*. [online] Tillgänglig på: <https://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/djur/jakt-och-vilt/stora-rovdjur/inventering-av-stora-rovdjur.html#0> [Hämtad 30 Mar. 2020].

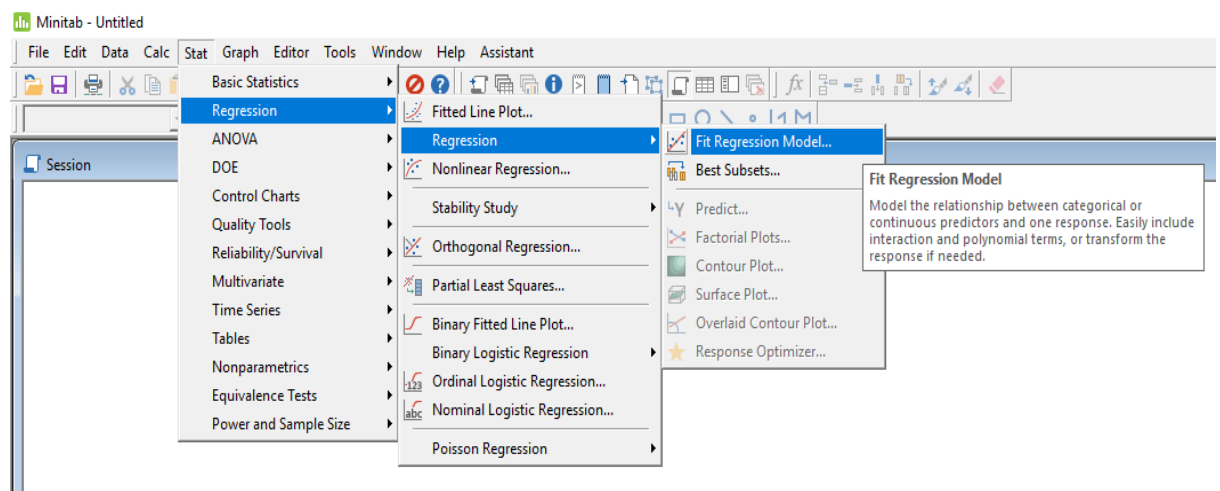
Www.ne.se. (2020). skogshöns - Uppslagsverk - NE.se. [online] Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/skogsh%C3%B6ns> [Hämtad 9 Mar. 2020].

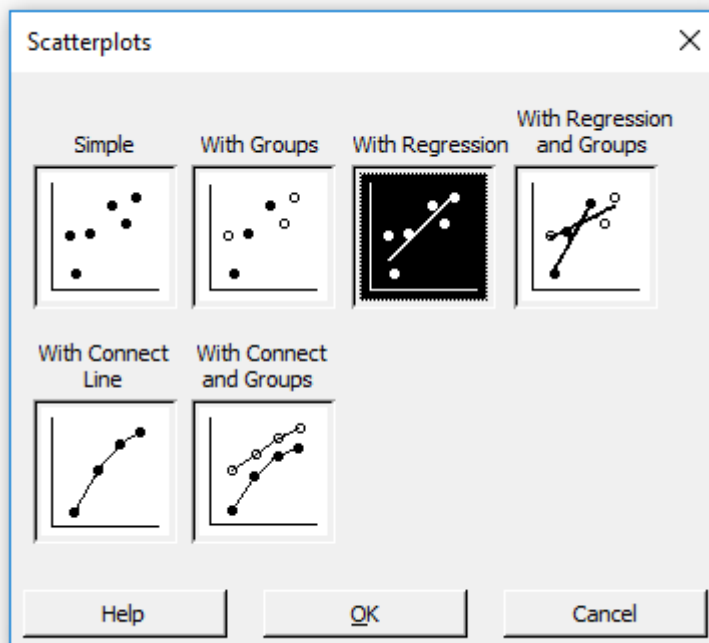
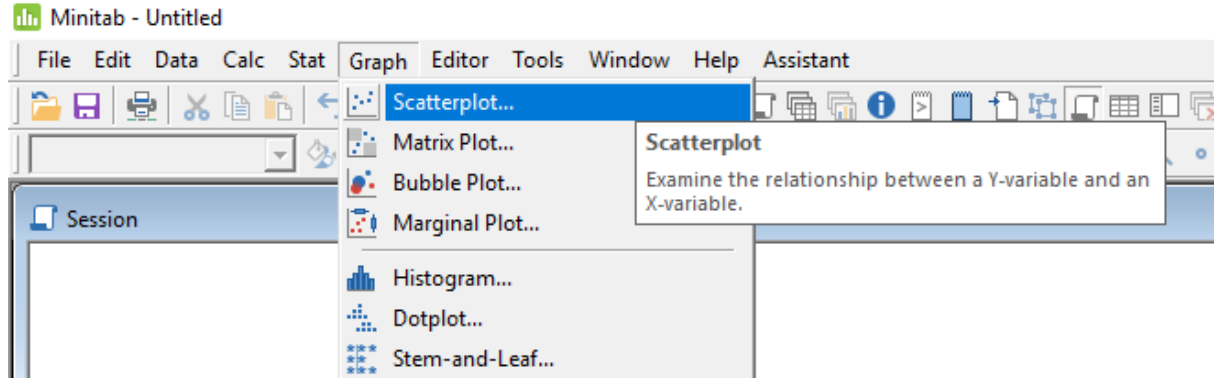
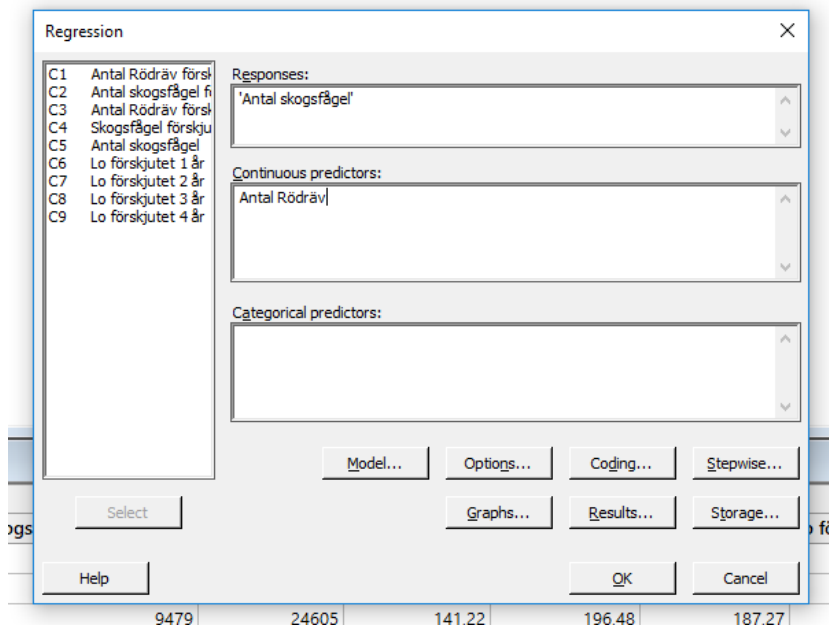
6. BILAGA 1

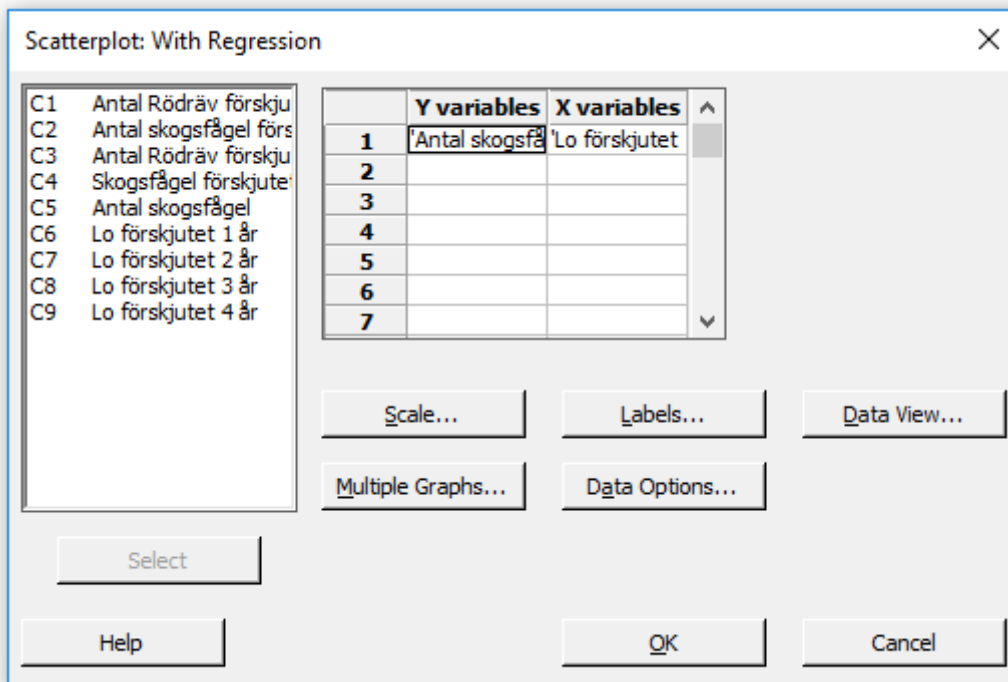
Instruktioner för Minitab 18

Datat som överfördes från excel till Minitab 18 var lodjursdata mellan åren 2004 - 2019, rävddata mellan åren 2006 - 2018 och skogsfågeldata mellan åren 2006 - 2018. När datat låg i en varsin spalt kunde analyserna genomföras i Minitab. Analyserna gjordes som följande:

- Klickar på fliken: Stat
- Därefter väljs: Fit Regression Model...
- Då kommer en Regressionsruta upp. Där läggs det in en responsvariabel (t. ex. Skogsfågeldata eller Rävddata) och en kontinuerlig variabel (t. ex. Lodjursdata eller Rävddata).
- När variablerna är insatta trycks det på OK.
- Då kommer resultatet upp i olika tabeller och p-värdet m.m. kan avläsas.
- Om resultatet påvisar samband har Scatterplots gjorts.
- En Scatterplot görs genom att klicka på fliken: Graph
- Därefter väljs: Scatterplot...
- Då kommer en Scatterplotruta upp. Där valdes: With Regression och därefter trycks det på OK.
- Ytterligare en ruta kommer upp då. Där läggs den responsvariabel som användes in som "Y variables" och den kontinuerliga variabeln läggs in som "X variables". Därefter trycks "OK" knappen.
- Då är regressionsanalysen genomförd och en scatterplot är gjord för att lättare kunna se sambandet mellan de olika variablerna som användes.







Variablerna som nyttjades och ställdes mot varandra var följande:

Avskjutning Skogsfågel År 2006 - 2018	Antal lodjur År 2004 - 2016
Avskjutning Skogsfågel År 2007 - 2018	Avskjutning Rödräv År 2006 - 2017
Avskjutning Rödräv År 2006 - 2018	Antal lodjur År 2005 - 2017

Ekvationen för korrelationskoefficienten:

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

där

\bar{x} and \bar{y}

är sampelmedelvärdena **MEDEL(matris1)** och **MEDEL(matris2)**.