

SKB P-22-16

ISSN 1651-4416

ID 1963439

September 2022

Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark

Inventeringsresultat 2022

Emil Broman, Johan Truvé
Svensk Naturförvaltning AB

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna. SKB kan dra andra slutsatser, baserade på flera litteraturkällor och/eller expertsynpunkter.

Denna rapport är publicerad på www.skb.se

© 2022 Svensk Kärnbränslehantering AB

Sammanfattning

På uppdrag av SKB har Svensk Naturförvaltning AB inventerat delar av däggdjursfaunan i området omkring Forsmark under perioden från december 2021 till april 2022. Inventeringarna omfattade snöspårning och spillningsinventering vilka resulterat i index som kan beskriva populationernas utveckling över tiden. Den förra metoden avser att följa utvecklingen av rovdjur medan den senare av växtätare (större än sorkar och möss). Spårinventeringen var begränsad till ett 14 000 hektar stort område runt själva kärnkraftsanläggningen medan spillningsinventeringen omfattade ett 54 000 hektar stort område i nordöstra Uppland, från Forsmarks kärnkraftverk och norrut. Utöver inventeringar som varit en återkommande verksamhet sedan 2002 har Svensk Naturförvaltning AB även gjort en modellberäkning av antalet älgar i området som spillningsinventerats.

Spårinventering 2022 utfördes dels genom att räkna spår utmed vattendrag, sjö- och havskanter, dels genom att räkna spår längs linjer på fastmark. Tjugo kvadratkilometerstora rutor är sedan 2018 utvalda som stickprov där urvalet gjorts med syfte att i första hand följa den rödlistade arten utter. Upplägget är att minst hälften av vattenlinjerna i respektive ruta och minst en kilometer av rutornas sidlinjer ska inventeras. För att genomföra en spårinventering på snö krävs ett antal dagar med nysnö följt av dagar med bra väder för att spår ska kunna ackumuleras.

Spillningsinventering utfördes i 30 så kallade trakter fördelade i en jämn grid med upp till 28 inventerade provytor i varje trakt. Detta upplägg har varit detsamma sedan 2016.

Rörande däggdjurens status kan följande konstateras efter 2022 års inventeringar:

- Älgens populationsstorlek har sedan 2016 minskat med över 40 %.

Spår efter kronhjort har observerats sporadiskt och i små mängder men noterades inte alls under 2022.

- Positiva observationer av dovhjort, varg och bäver saknas vilket tyder på att arterna inte förekommer eller att antalet individer är få.
- Vildsvin har sedan inventeringarna startade 2002 etablerat sig och populationen är som det verkar tämligen stabil.

Spår av lodjur har observerats varje år sedan inventeringarna startades. Storleken på populationen tycks vara ganska oförändrad jämfört med tidigare år.

Utter förekommer företrädesvis utmed kusten och sydöst om Bruksdammen. Inget talar direkt för att antalet uttrar minskar i antal utan förekomsten tycks vara stabil.

- Räv är det rovdjur som har störst geografisk täckning.

Abstract

A selection of terrestrial mammals was surveyed in the SKB site investigation area near Forsmark between December 2021 and April 2022. The methods that were used include snow tracking and faecal pellet counts which result in indices describing population development over time. The former as a method to follow predators while the latter to follow the development of herbivores (larger than voles and mice). Snow tracking was limited to a 14,000-hectare area around the nuclear power plant itself, while the faecal pellet count covered a 54,000-hectare area in northeastern Uppland, from Forsmark's nuclear power plant and north. In addition to surveys that have been a recurring activity since 2002, Svensk Naturförvaltning AB has also made a model calculation of the number of moose in the same area as where faecal pellets were counted.

The snow tracking in 2022 was carried out partly by counting tracks along watercourses, lake and sea edges, and partly by counting tracks on land. Twenty squares, each one square kilometre in size, have been selected as samples since 2018, where the selection was made with the aim of primarily surveying otter. The plan is that at least half of the area adjacent to water in each square and at least one kilometre of the squares side lines must be surveyed. To carry out a track survey on snow, days with fresh snow followed by days with suitable weather are required for tracks to accumulate.

Faecal pellet counts were carried out in sample plots distributed along the side of 30 squares, each a quarter of a square kilometre in size. Up to 28 sample plots were surveyed in each square. This approach has been the same since 2016.

Regarding the status of mammals, the following can be ascertained after the 2022 surveys:

- The moose's population size has decreased since 2016 by more than 40 %.
- Tracks of red deer have been observed sporadically and in small quantities but were not noted at all in 2022.
- Positive observations of fallow deer, wolves and beavers are missing, which indicates that the species do not occur or that the number of individuals is very low.
- Wild boars have since the surveys started in 2002 established a population in the area and the population seems to be rather stable.
- Tracks of lynx are observed every year. The size of the population seems to be quite unchanged compared to previous years.
- Otters occur mainly along the coast and southeast of Bruksdammen. There is no direct indication that the number of otters is decreasing in number.
- Fox is the predator with the largest geographical distribution.

Innehåll

1	Inledning	4
2	Metodik	7
2.1	Snöspårning.....	8
2.1.1	Utmed strandlinjer.....	10
2.1.2	Längs räta linjer på fastmark.....	11
2.2	Spillningsinventering	11
2.3	Flyginventering	16
2.4	Modellberäkning av antal älgar.....	17
3	Resultat.....	18
3.1	Klövvtit och hare.....	18
3.2	Lodjur.....	21
3.3	Mink och utter	28
3.4	Övriga däggdjur.....	31
4	Diskussion	35
	Referenser	36

1 Inledning

På uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har Svensk Naturförvaltning AB sedan 2001/2002 inventerat däggdjursfaunan i SKB:s undersökningsområde i Uppland. Inventeringarna är en del i en övervakning som syftar till att beskriva närvaro av större däggdjursarter i området omkring Forsmark. Upplägg och metodik är avpassat så att tidsmässiga och rumsliga fluktuationer ska gå att följa för de arter som är allmänt förekommande. För klövvilt skattas även populationsstorlekar.

Övervakningen har genomgått en del förändringar genom åren. Den mest genomgripande och principiellt viktiga förändringen genomfördes 2016 då den gick från att vara en större inventering med flera års mellanrum till en årlig uppföljning. Det viktigaste skälet var att med begränsade resurser bättre hantera slumpartad mellanårsvariation som kan vara svår att särskilja från faktiska populationsförändringar.

Inventeringar kopplat till att beskriva däggdjurspopulationernas storlek och utbredning har genomförts 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004, 2007 och 2012 samt årligen 2016–2021 (Cederlund et al. 2003, 2004, 2005, Truvé 2007, 2012, Truvé et al. 2016, Truvé och Broman 2017, 2018, 2019, 2020, Broman och Truvé 2021, samt föreliggande rapport). Flera inventeringstekniker har tillämpats varav ett par har utförts regelmässigt: spillningsinventering och spårinventering. Under två av de första tre åren inventerades även mindre däggdjur genom så kallad fällfångst (Cederlund et al. 2004, 2005).

Älgen som är vårt största däggdjur och den art där den årliga avskjutningen betingar det största jaktliga värdet har följts mer ingående. Orsaken till älgens särställning är dels dess jaktliga värde, dels att metodik för att beskriva populationen och dess dynamik i ett område är mer utvecklad för älg än för andra däggdjursarter. Utöver spillningsinventering har flyginventering av älg utförts vissa år (Cederlund et al. 2003, 2005, Truvé 2012, Truvé et al. 2016). För att beskriva älgpopulationens sammansättning, reproduktionstal och vitalitet insamlades käkar och livmödrar från skjutna älgar samt uppgifter på slaktvikter åren 2005/2006–2011/2012 (Cederlund et al. 2006a, b, Cederlund och Lemel 2007a, b, Cederlund 2008a, b, 2009a, b, Cederlund och Broman 2010a, b, 2011a, b, Cederlund et al. 2012a, b). Efter 2012 görs inte någon sådan uppföljning. I stället har sedan 2019/2020 modellberäkningar av älgpopulationens storlek och sammansättning med stöd i jägarnas älgobservationer i samband med älgjakt och avskjutningsstatistik tillkommit som uppföljningsmetod (Truvé och Broman 2020, samt föreliggande rapport).

Mätmetodiken för spillningsinventering vad gäller klövviltsarter är välutvecklad (Bergström et al. 2011a, b) liksom, samplings- och skattningsmodeller (t ex White och Eberhardt 1980, Williams et al. 2002). Rätt utförd spillningsinventering innebär att man ganska rättfram kan erhålla åtminstone relativa populationsstorlekar. Anmärkningsvärd mellanårsvariation och till synes samvarierad sådan mellan olika arter föranledde 2020 en extra genomlysning av spillningsdata för området (Truvé och Broman 2020).

Inför 2016 gjordes områdesavgränsning, samplingsmetodik och stickprovutformning för spillningsinventeringen om och blev mer enhetlig (Truvé et al. 2016). Från att inventerat två delområden – Hållnäs (10 557 ha) och Forsmark (14 079 ha) – skapades ett enda större område som inkluderade båda delområdena samt arealen dem emellan (härefter kallat Forsmark klövviltsområde; 54 195 ha; Figur 1-1). Detta för att harmonisera spillningsdata med flyginventeringsdata samt anpassa resultaten till förvaltningen av klövviltet i Norra Uppland. Stickproven har för alla inventerade arter sedan 2016 bestått av provtytor utmed sidorna i fast utlagda kvartskilometerstora rutor (trakter) i en jämn grid över hela området. Dessförinnan inventerades hare (fälthare) även explicit på ängs- och betesmark (Cederlund et al. 2003, 2004, Truvé 2007, 2012). Trakternas utformning har varierat liksom deras placering över området (se spillningsinventering under avsnitt Metodik).

Spårinventeringen har även den genomgått en del modifieringar. Endast delområde Forsmark inventeras sedan 2016. Olika sätt att utföra en spårinventering har prövats, bland annat har spårens utsträckning mätts in som en del i att skatta populationsstorlek med Buffon index (Becker et al. 1998), men sedan 2016 räknas endast spårlopör som korsar linjer – strandlinjer längs hav, sjö och rinnande vatten eller räta linjer på fastmark. Stickprov var till och med 2012 strandlinjerna i

slumpade kvadratkilometerstora rutor samt horisontella linjer på naturbetingad fastmark (ej vatten, tomtmark eller väg) tvärs undersökningsområdet. Med början 2016 ersattes de horisontella linjerna med endera sidan av de för året slumpade kvadratkilometerstora rutorna. Före 2018 spårinventerades ett slumpmässigt urval av rutor och till dem tillhörande rutlinjer men 2018 valde SKB ut ett antal rutor med bedömd potential av utterförekomst. Detta i syfte att optimera resurserna för att följa uttern som är en rödlistad art (Artfakta 2021a). För enskilda rutor finns förutsättningar att följa längre tidsserier medan förändringar i området i sin helhet är vanskligt att göra för längre serier än från och med 2018.

Eftersom spårinventeringen kräver tillgång på snö görs inventeringen endast dagarna närmast efter att ny snö fallit. Vintrar där snöförhållanden varit undermåliga har inneburit att inventeringen fått ställas in (2020) eller att inventeringen inte gått att genomföra i sin helhet (2016 och 2021).

I föreliggande rapport presenteras resultat som tillkommit det senaste året och där vi så bedömt är lämpligt och görligt satt dessa i relation till tidigare förekomster och utbredningar.

Kartunderlag är hämtade från Lantmäteriets öppna geodata. Aktivitetsplanen är SKB:s interna styrdokument. Resultaterande data från den aktuella aktiviteten lagras i SKB:s primärdatas Sicada, där data är spårbara via aktivitetsplanens ID-nummer (AP SFK-21-036). Endast data i SKB:s databaser får användas för vidare tolkningar och för modellering. Data i SKB:s databaser kan vid behov revideras. Datarevisioner resulterar inte nödvändigtvis i någon revision av motsvarande P-rapport. Det normala förfarandet är dock att större revisioner leder till revision av P-rapporten, medan smärre datarevisioner resulterar i rapportsupplement, som finns tillgängliga i anslutning till webb-versionen av P-rapporten på www.skb.se.

Tabell 1-1. Styrdokument för aktivitetens utförande.

Aktivitetsplan	Nummer	Version
Viltinventering 2022	AP SFK-21-036	1.0



Figur 1-1. Karta över områden som inventerats. I områdena avgränsade med röd linje har spårinventering genomförts: Forsmark (10 557 ha) 2002–2022 och Hållnäs (14 079 ha) 2002–2012. I det större området avgränsat med blå linje, kallat Forsmarks klövviltsområde (54 195 ha), har älg, rådjur, kronhjort, dovhjort, vildsvin samt hare inventerats genom spillningsinventering. För klövviltsområdet har även en modellberäkning av antal älgar gjorts.

2 Metodik

2.1 Metodval

Vi har i Uppland runt Forsmark och norr därom följt alla däggdjur större än sorkar och möss sedan 2002. Detta har skett genom spårinventering på snö eller som spillningsinventering (Tabell 2-1). Den senare metodiken är väl utvecklad för klövvilt och andra växtätare (Bergström et al. 2011a, b). Alla förekommande större arter har följts genom snöspårning men fokus har där legat på att inventera rovdjur. Älg har vid ett antal tillfällen inventerats från helikopter (flyginventering) och för denna art har det funnits tillgång till data från andra källor, systematisk insamling av observationer i samband med jakt (Älgobs) och avskjutningsstatistik, vilket möjliggjort en modellberäkning av antalet individer. Sorkar och möss inventerades vid ett par tillfällen med fällor 2003 och 2004 (Cederlund et al. 2004, 2005).

Tabell 2-1. Översikt av metodik tillämpad vid inventering av olika däggdjursarter större än sorkar och möss i Forsmark. Med hare avses arterna fälthare och skogshare. Kryss inom parentes indikerar att metoden är mindre beprövad och resultat utifrån sådana data bör tolkas därefter.

	Spår utmed vatten	Spår längs linjer	Spillningsinventering	Flyginventering	Modellberäkning
Brunbjörn	x	x			
Bäver	x	x			
Dovhjort		(x)	x	(x)	
Ekorre		x			
Grävling		x			
Hare		(x)	x		
Hermelin		x			
Hund		x			
Iller		x			
Katt		x			
Kronhjort		(x)	x	(x)	
Lo	x	x			
Mink	x	x			
Rådjur		(x)	x	(x)	
Rödräv		x			
Skogsmård		x			
Utter	x	x			
Varg	x	x			
Vessla		x			
Vildsvin		(x)	x	(x)	
Älg		(x)	x	x	x

2.1 Snöspårning

Spårinventeringarna har varit stickprovsbaserade. För bäver, mink och utter, samt de tre största rovdjuren björn, varg och lodjur, har vi tillämpat två olika urval: en med rutor där strandlinjer utmed vatten följs (Figur 2-1) och en efter rätta linjer utlagda på naturbetingad fastmark i landskapet (Figur 2-1). Den senare typen av urval har förändrats och anpassats efter det syfte som inventeringen haft, vilket har varierat över tid. Mellan 2002 och 2012 inventerades ett antal rätta linjer tvärs hela området (Figur 2-2; men se t ex Cederlund et al. 2003 för närmre beskrivning) men med start 2016 har en av sidolinjerna i samma rutor som spårinventeringen längs strandlinjer fått tjänstgöra som stickprovsenhet (Figur 2-3).

Inventeringen av spår 2022 utfördes mellan 22 december (2021) och 24 februari.

Data från mätningarna utgör grunden för alla beräkningar av index på antal djur såsom förekomst i kilometerruta eller antalet spår per km inventerad linje och dygn.

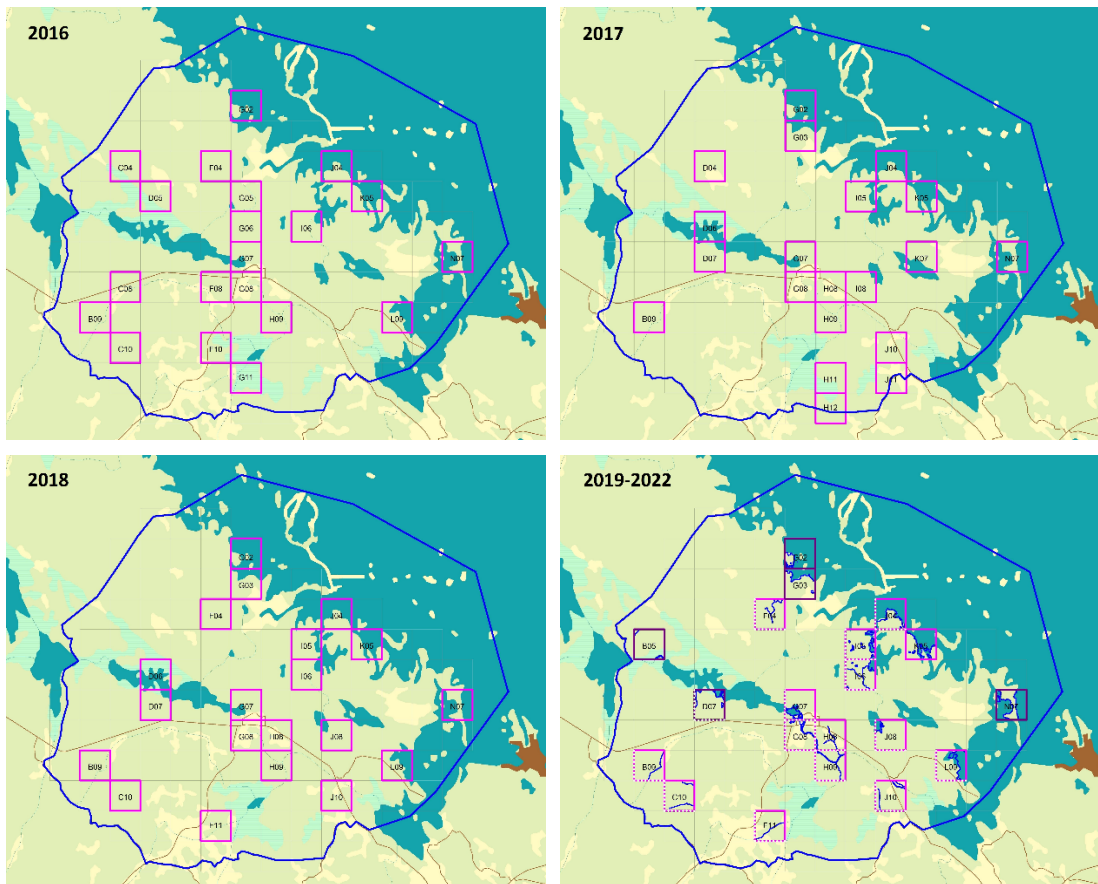
Flera arter ger snarlika spåravtryck sett till spårstämplor (Aronsson och Eriksson 1990). Avstånd mellan avtryck utgör en del i stöd för att göra en korrekt artbestämning. Likväl finns risk för förväxling, speciellt mellan mårddjuren. Spår från andra arter, såsom utter är enklare att identifiera då de har en del säregna uttryck (Figur 2-4).



Figur 2-1. Bilden visar exempel på vattenlinjer i en ruta utvald för spårning. Vid utsträckta objekt som åar och bäckar har endera av sidorna inventerats.



Figur 2-2. Rumslig fördelning av rutor (t.v.) och linjer (th.) som inventerats på spår 2002–2012 i delområdena Hällnäs och Forsmark.



Figur 2-3. Rumslig fördelning av rutor och linjer utvalda för inventering för respektive år sedan 2016. För perioden 2019-2022 har samma rutor ingått i det årliga urvalet. Under 2020 inventerades ingen ruta. De lila rutorna i urvalet för 2019-2022 indikerar rutor som inte blev inventerade på spår utmed vattenlinjer under 2021. Vitprickade linjer indikerar sträckor som utgjorde underlag för inventering av spår på fastmark där inventering kunde genomföras 2021. Upp till en kilometer, motsvarande en sida, inventerades per ruta.



Figur 2-4. Utterkana med vak observerad under inventeringen 2021 (Foto: Anders Hedlund).

2.1.1 Utmed strandlinjer

Inför den första inventeringen 2002 delades ett ca 14 000 ha stort område in i rutor om en kvadratkilometer (delområde Forsmark; Figur 2-2). Rutor utan fastland exkluderades (motsvarande indelning gjordes även för delområde Hållnäs vilket finns beskrivet t ex i Cederlund et al. 2003). I ett slumpmässigt urval om 24 rutor utfördes sedan en inventering av spår på nysnö. Samma typ av urval, motsvarande slumpmässigt urval, gjordes sedan fram till 2017 då 43 av 118 möjliga rutor hade inventerats vid minst ett tillfälle.

Med början 2018 valdes 20 rutor med tidigare förekomst av utter, eller förekomst av miljö lämpad för utter, ut och inventerades. Denna förändring i urvalsprincip hindrar en direkt jämförelse av genomsnittliga spår förekomster eller spårantal för delområde Forsmark i sin helhet före respektive från och med 2018 och framåt. Ändringen gjordes i syfte att ha större möjligheter att se rumsliga förändringar av utter. Inför inventeringen 2019 byttes en ruta ut (D06 ersatt med B05) som visade sig vara svår och farlig att inventera på grund av förrådiska isförhållanden (Figur 2-3). Den milda och snöfattiga vintern 2020 gjorde att ingen inventering kunde genomföras det året och vid senaste vinterns inventering (2021) gjorde liknande omständigheter att endast 15 av de 20 rutorna blev inventerade (Figur 2-3).

Mätningarna har utförts så att minst halva rutans sammanlagda längd av strandlinjer inom kilometerrutan följts, det vill säga stränder längs kusten, sjöar och vattendrag samt längs större diken (Figur 2-1). Alla spår från utter, mink, bäver, lo, björn och varg som korsat eller följt strandlinjen har noterats. Spårning har påbörjats på morgonen tidigast 8 timmar efter snöfall, det vill säga det ska ha passerat minst en natt sedan senaste snöfallet. Som senast har inventeringen, med något enstaka undantag, utförts tre dygn efter snöfall. Detta så att spår inte hunnit bli så gamla att de blivit för svåra att identifiera och klassificera. Spåransamlingar som uppenbart härstammat från samma individ har räknats som ett enda spår.

2.1.2 Längs räta linjer på fastmark

Snöspårning utmed vatten syftar till att återfinna utter, mink och bäver som har en preferens för sådana miljöer. För att fånga in övriga större rovdäggdjur som ofta förekommer i andra miljöer än i direkt anslutning till vatten har området runt Forsmark inventerats via snöspårning på räta linjer på naturbetingad fastmark. De första fyra investeringstillfällena (2002–2012) gjordes detta genom att följa en handfull långa linjer tvärs området (Figur 2-2) och sedan 2016 längs ett antal kilometerlinjer i vardera av de 20 kilometerrutor som spårinventerades utmed strandlinjer. I första hand valdes rutorna södra sida men i det att delar bröts av vatten, väg eller tätort fylldes motsvarande sträcka upp från rutornas västra del så att en kilometer per ruta blev inventerad (Figur 2-3).

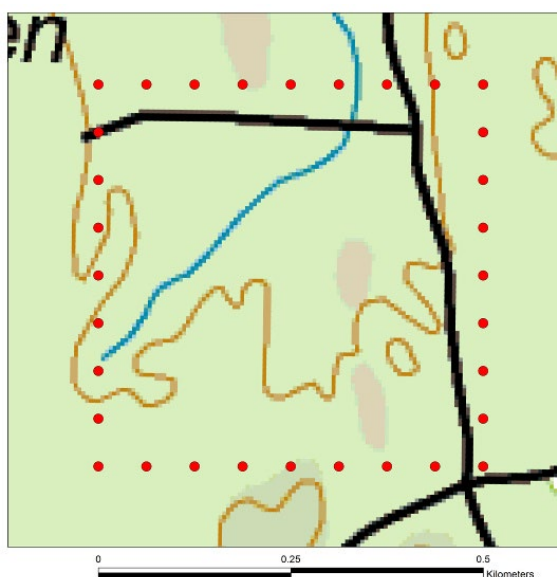
Utförandet av spårningen längs linjer har utförts enligt samma kriterier som spårning utmed vatten. För att räknas in som ett spår skall spåret minst en gång ha korsat den räta linje man följt och spåransamlingar som uppenbart härstammat från samma individ har räknats som ett enda spår.

2.2 Spillningsinventering

Spillningsinventering av klövvilt och hare bygger på att spillningshögar, eller kulor (hare), lämnade från individer av dessa arter räknas. Över tid ackumuleras högar men högar bryts även ned. Den mesta spillningen försvinner under sommarmånaderna och räknar man högar på våren blir jämförbarheten mellan år hög. Genom att i mätningen räkna bort synbart äldre högar (höstlövlager placerade över högarna) och beräkna högar relativt dagar för ackumulation kan precision och systematiska fel krympas. Ett dyrare men säkrare alternativ är att rensa fasta provvytor från äldre spillning på hösten. Detta har inte tillämpats i Forsmark utan där har inventeringen skett på orensade provvytor och tidpunkt för ackumulationsstart har antagits vara ett och samma datum varje år (15 oktober).

Sedan 2016 har inventeringarna genomförts under april med undantag för 2018 då inventeringen utfördes i början av maj eftersom marken var snötäckt under större delen av april månad. Under 2022 utfördes inventeringen mellan 21 och 29 april.

En spillningsinventering utförs som regel genom något slags stickprovsvärfarande med tillhörande statistisk skattningsmodell (se t ex Broman 2007, Bergström et al. 2011a, b). Vi har i inventeringarna för SKB först och främst tillämpat en variant med räkning av spillningshögar på provvytor placerade i en typ av kluster som brukas kallas trakter (Figur 2-5).



Figur 2-5. Bilden visar exempel på fördelning av provrutor i trakt för spillningsinventering.

Syftet med just detta urvalsförfarande har varit att försöka optimera mätinsatsen då en stor del av all tid åtgår för att förflytta sig mellan provvytor. Vid det första årets inventering (2002) tillämpades dock en annan design (för mer noggrann beskrivning se Cederlund et al. 2003). Då placerades transekter med två kilometers avstånd tvärs de två delområdena Hållnäs och Forsmark. Utmed dessa förlades provvytor med ett intervall om 50 m. Året efter (2003) ändrades samplingen till att bestå av trakter formade som rektanglar med sidolängderna två respektive en km och där 72 provvytor placerades i varje trakt. Trakternas placering i respektive delområde slumpades ut (Figur 2-6). Samma design som 2003 tillämpades 2007 men med start 2012 ändrades emellertid trakternas utformning till att vara kvadratiska med en sidolängd på 500 meter och 32 provvytor (Figur 2-5). Valet av trakternas placering gjordes något olika för Hållnäs och Forsmark. I Hållnäs valdes trakter efter ett jämnt förband i öst-västlig riktning medan trakterna i Forsmark placerades efter en fast, men initialt slumpad, grid över området (Figur 2-7). Samma typ av slumpning av trakter gjordes 2016 men då för ett utökad område som geografiskt inte bara omfattade de tidigare delområden Hållnäs och Forsmark utan även mellanliggande geografi (Figur 2-8).

Under åren 2002–2012 utfördes även en explicit inventering av harspillning i öppen mark längs räta linjer tvärs den öppna marken (se Cederlund et al. 2003 för närmre beskrivning). För åren 2002 och 2003 gjordes detta med så kallad adaptive sampling (Thompson 1991; se Cederlund et al. 2003 för närmre beskrivning av utförande i Hållnäs och Forsmark) men för åren 2007 och 2012 på ett enklare sätt med provvytor endast utlagda i jämna förband.

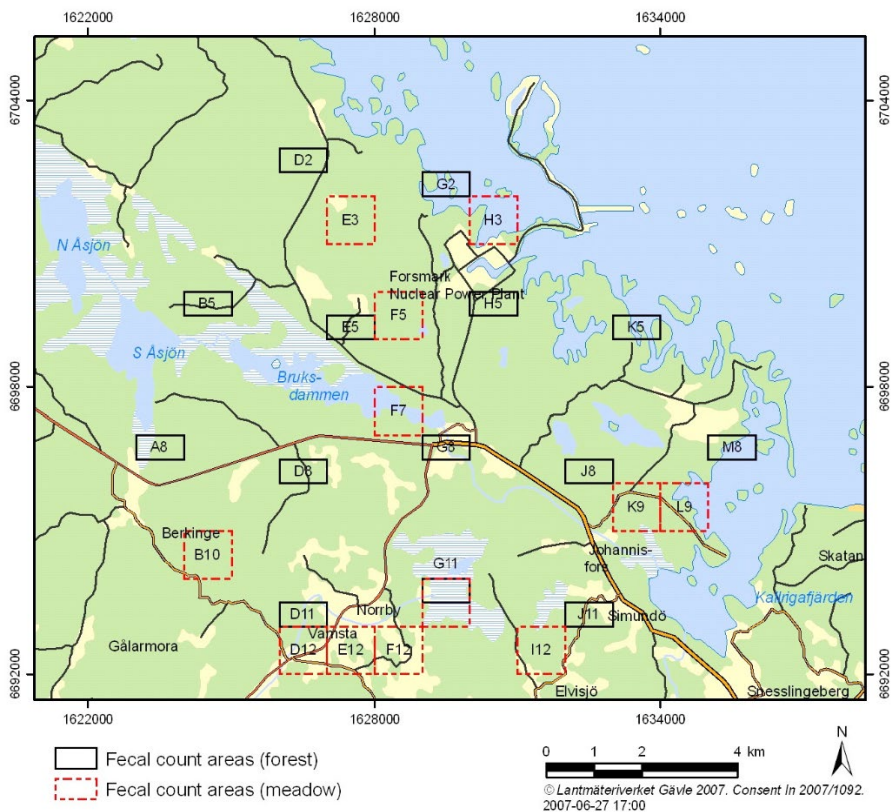
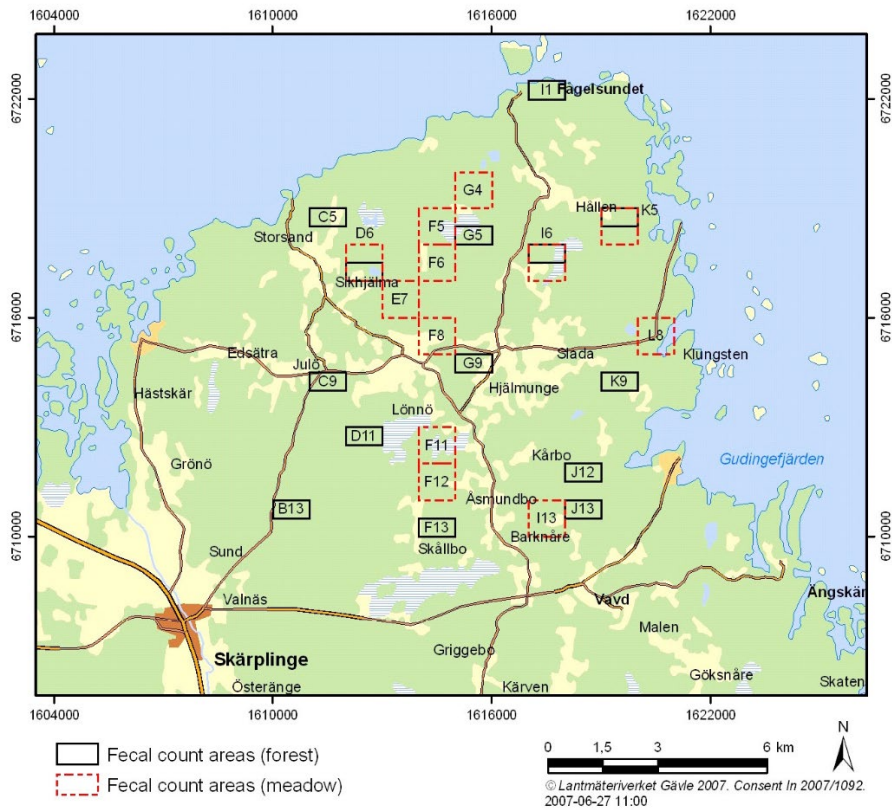
Provytorernas storlek har varit anpassade efter möjligheten att med hög noggrannhet hitta alla på ytan förekommande högar/kulor; för hare 1 m², för rådjur 10 m² och för älg och övriga i området förekommande klövviltsarter (kronhjort, dovhjort och vildsvin) 100 m².

Med stöd av kunskap över hur många spillningshögar en individ släpper per dygn kan man räkna om genomsnittligt antal spillningshögar per provyta och dygn till ett värde på antal individer i populationen (tabell 2-2). Sådana omräkningar är dock vanskliga då variation i antal släppta spillningshögar per individ och dygn (defekationshastighet) kan vara stor både mellan individer och mellan populationer (dvs Oldemeyer och Franzmann 1981, Andersen et al. 1992, Broman et al. manus). Antal återfunna spillningshögar påverkas även av att spillningen bryts ned. Denna hastighet kan variera (Kindberg et al. 2004). Vi presenterar därför populationskattningar med detta som förbehåll.

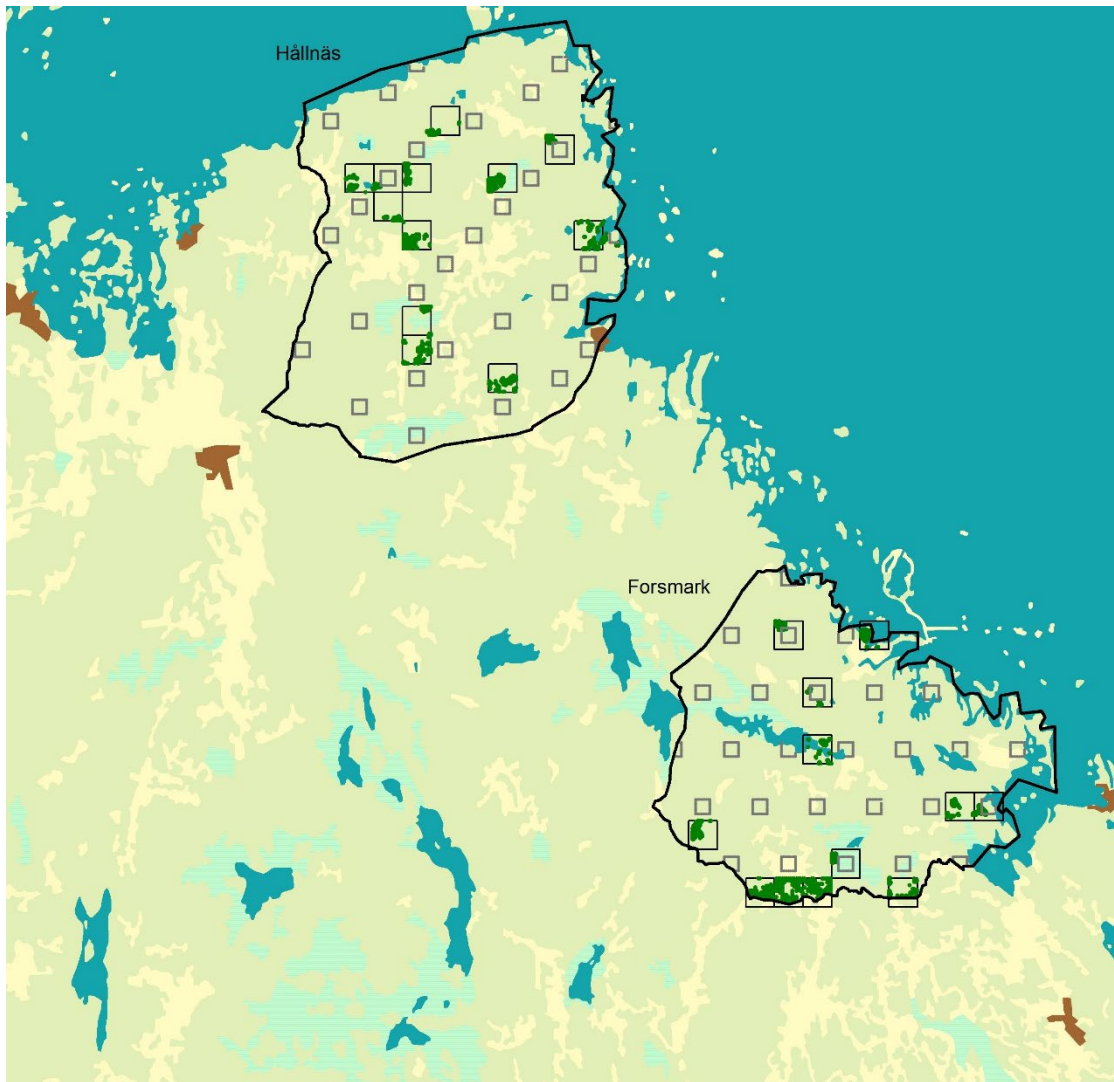
Tabell 2-2 . Konstanter för att räkna om indexet högar (eller kulor för hare) per hektar och dygn till antal individer eller täthet (antal individer per 1 000 ha).

Art	Defekationskonstant	Referens
Älg	16,5	Emil Broman et al., Göteborg universitet, opublicerat ¹
Rådjur	21	Mitchell et al. 1985
Kronhjort	13	Jarnemo et al. 2010
Vildsvin	5	Plhal et al. 2014
Hare	475	Kjell Wallin, Göteborgs universitet, pers. komm.

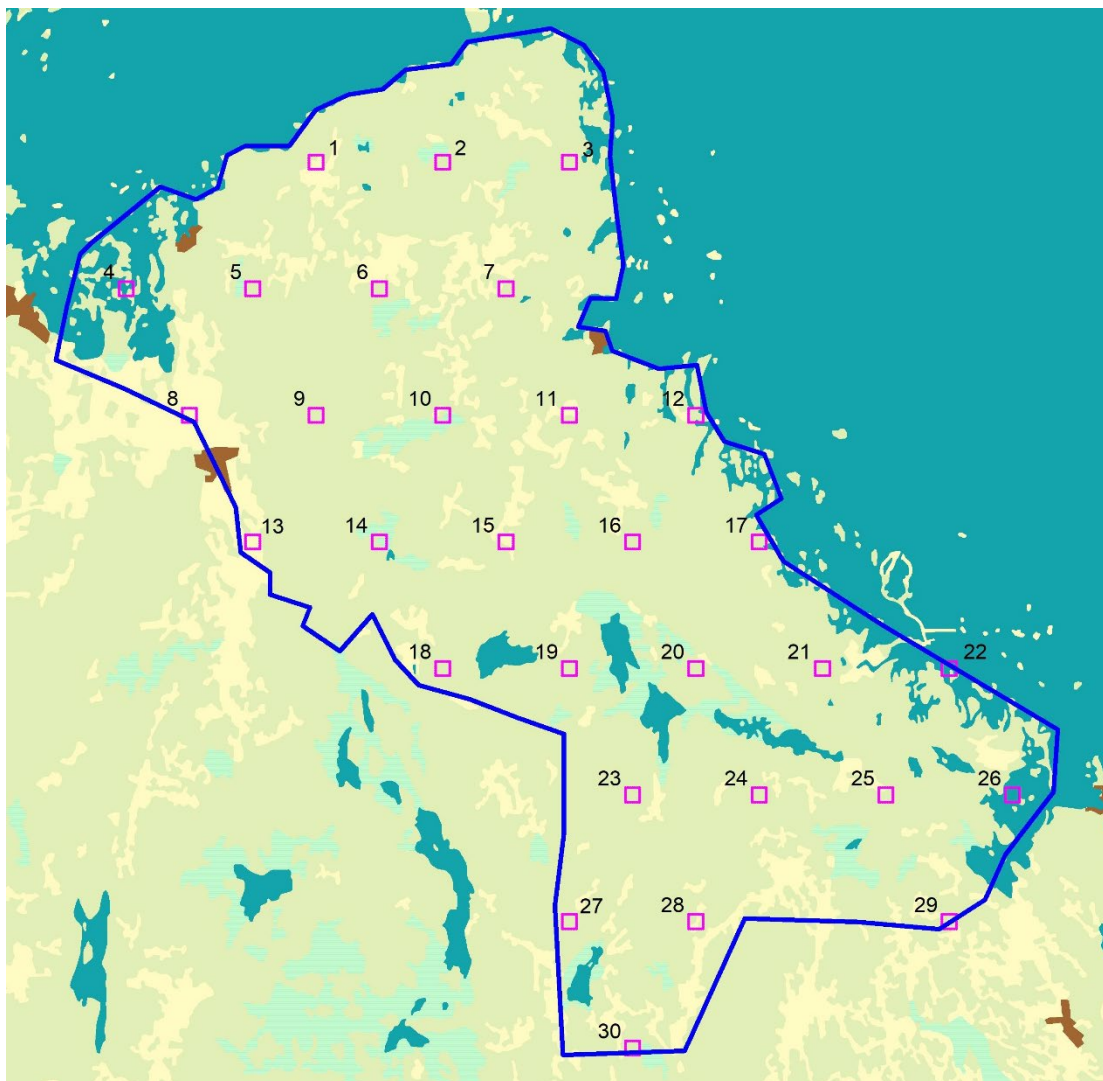
¹ Broman E, Ericsson G, Wallin K, Bergström R, Cederlund G. Converting large herbivore pellet counts to animal density: testing the assumption of constant defecation rate.



Figur 2-6. Rumslig fördelning av kluster (trakter med provytor) som stickprovet vid spillningsinventering var utformat 2002, 2003 och 2007 i Hällnäs (bild ovan) och Forsmark (bild nedan). Svarta rektanglar indikerar kluster för inventering av klövvilt samt hare i skogsmiljö. Streckade röda kvadrater indikerar kluster för inventering av hare i öppen miljö.



Figur 2-7. Rumslig fördelning av kluster (trakter med provytor) som stickprovet vid spillningsinventering i områdena Hållnäs och Forsmark var utformat 2012 (grå kvadrater). Vid 2012 års spillningsinventering gjordes liksom tidigare inventeringar även en explicit inventering av hare på öppen mark (mörkgrönt i svarta kvadrater).



Figur 2-8. Rumslig fördelning av kluster (trakter med provytor) som stickprovet vid spillningsinventering varit utformat sedan 2016 (rosa kvadrater) inom blå avgränsning.

Följande modell har använts för att skatta antal individer av respektive art:

Antal individer per arealenhet =

Antal spillningshögar per arealenhet /

Defekationshastighet x Antal ackumulationsdygn

Antal spillningshögar per arealenhet har utgjorts av medelvärdet av antal spillningshögar beräknat på ett stickprovsurval av provytor. Samplingsförfarandet av provytor har gjorts i två steg. Första steget är ett urval av rutor (alla år utom 2002 då rutorna istället utgjordes av transekter). I steg två sker ett urval av cirkulära provytor utmed kanterna på trakterna.

Provytor som inte tillåtit en ostörd ackumulation såsom vatten, trafikerade vägar, tomtmark och plöjd åker har exkluderats (Figur 2-9; se Truvé och Broman 2020 för genomgång av miljön för olika provytor). För området har resterande andel genom en genomgång av spillningsinventeringarna 2016–2020 skattats till 86 % (Truvé och Broman 2020). Beräknad täthet av spillningshögar kan härav sägas motsvara täthet på registrerad jaktmark (andel registrerad jaktmark av total areal är i området ca 87 %).

Variansen för det skattade medelvärdet har beräknats med hjälp av skattad varians mellan trakter och mellan provytor inom trakter

Total varians för skattad individtätthet =

$$1 - [\text{Antal inventerade trakter}] / [\text{Antal möjliga trakter}] \times \\ [\text{Varians mellan trakter}] / [\text{Antal inventerade trakter}] \\ + \text{Medel} [\text{Varians inom trakter}] / [\text{Antal provvytor}]$$

Approximativa 95% konfidensintervall har beräknats som kvadratroten ur skattad total varians multiplicerat med tillförlitlighetskoefficienten (Z) 1,96.



Figur 2-9. Rådjur observerat på is under spårinventering 2021. Spillningsinventering görs endast på provvytor där spillning kan ackumuleras tämligen ostört. Eventuella spillningshögar som släpps på is räknas alltså inte.

2.3 Flyginventering

Flyginventering utförs under vintern när marken är täckt med snö, vilket är en förutsättning för att djuren ska kunna upptäckas. Väder, flyghastighet, snöförhållande, etc, kan påverka observerbarheten. Eftersom man missar en del djur krävs att man använder sig av en metod där man kan beräkna andelen djur som inventerarna inte ser. Två metoder baserat på två olika statistiska modeller har tillämpats i Forsmarks klövviltområde: fångst-återfångst (eng. Capture-Recapture) och avstånds-inventering (eng. Distance Sampling). Då flyginventeringar inte utförts sedan inventeringen 2016 presenteras metodiken inte närmre än så i denna rapport. För en detaljerad beskrivning av inventering enligt fångst-återfångst-principen hänvisas till (Seber 1982, Skalski och Robson 1992; men se Cederlund et al. 2003 för närmre beskrivning av utförande Forsmarks klövviltsområde) och för avstånds-inventering (Buckland et al. 2001, 2004; men se Truvé 2012 för närmre beskrivning av utförande i Forsmarks klövviltsområde).

2.4 Modellberäkning av antal älgar

Inom älgförvaltningen samlas årligen in en stor mängd data under älgjakten både från de älgar som skjuts och de älgar som jägarna observerar. Avskjutningsstatistik har samlats in sedan 1939 och var initialt baserad på antalet rapporterade skjutna älgar (Kindberg et al. 2011a, b) men på senare år har man även börjat registrera älgarnas ålder och vikt i ökad omfattning (Jarnemo et al. 2011a, b). Älgar som observerats under jakt är en något senare företeelse och sedan mitten av 1980-talet används den så kallade Älgobsen som ett index för att beskriva älgstammens utveckling, sammansättning och reproduktion i stort sett i hela landet (Ericsson och Kindberg 2011a, b). Med statistik från avskjutning och Älgobs kan man beräkna (skatta) antalet älgar vid jaktstart samt efter jakt för de år man har statistik för. Beräkningen förutsätter att det finns data insamlade från en serie av år, att mängden data är av en viss storlek, och att data samlats in på ett korrekt och konsekvent sätt. Modellen som tillämpats i denna rapport är en variant på Eberhardts populationsmodellering (Eberhardt 1987) baserad på Älgobs- och avskjutningsdata. Kortfattat så utförs modelleringen genom att anpassa en populationsmodell till Älgobsens utveckling och de övriga data som finns tillgängliga över älgstammens sammansättning, reproduktion och dödlighet. Finns andra täthetsdata såsom skattningar från flyginventering och spillningsinventering kan dessa vägas in i en sammanvägd modellberäkning.

3 Resultat

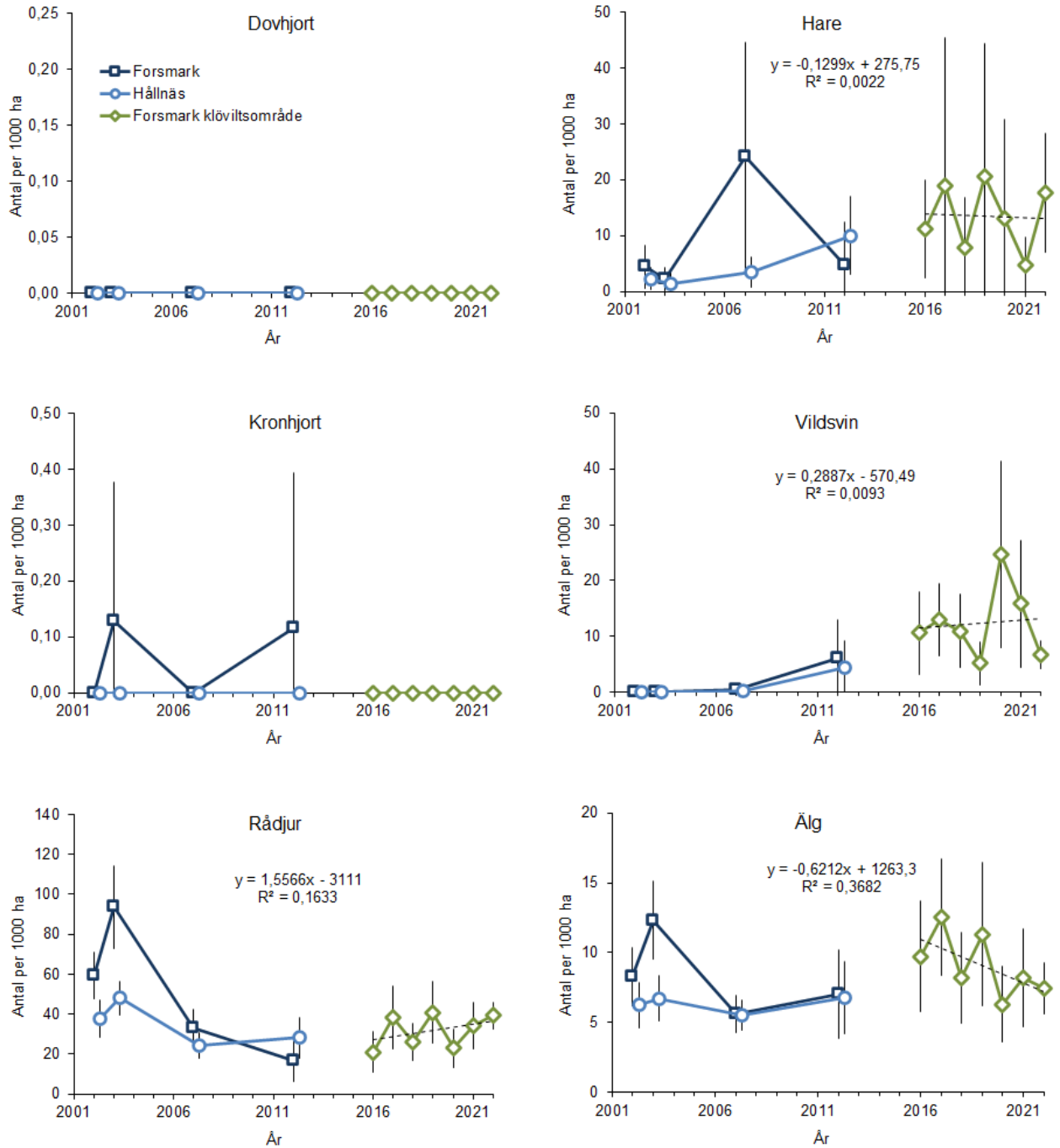
3.1 Klövvilt och hare

Av de sex arter som registreras under spillningsinventering (tabell 2-1) har alla utom dovhjort observerats genom spillning och spår vid något tillfälle; Kronhjort dock endast sporadiskt.

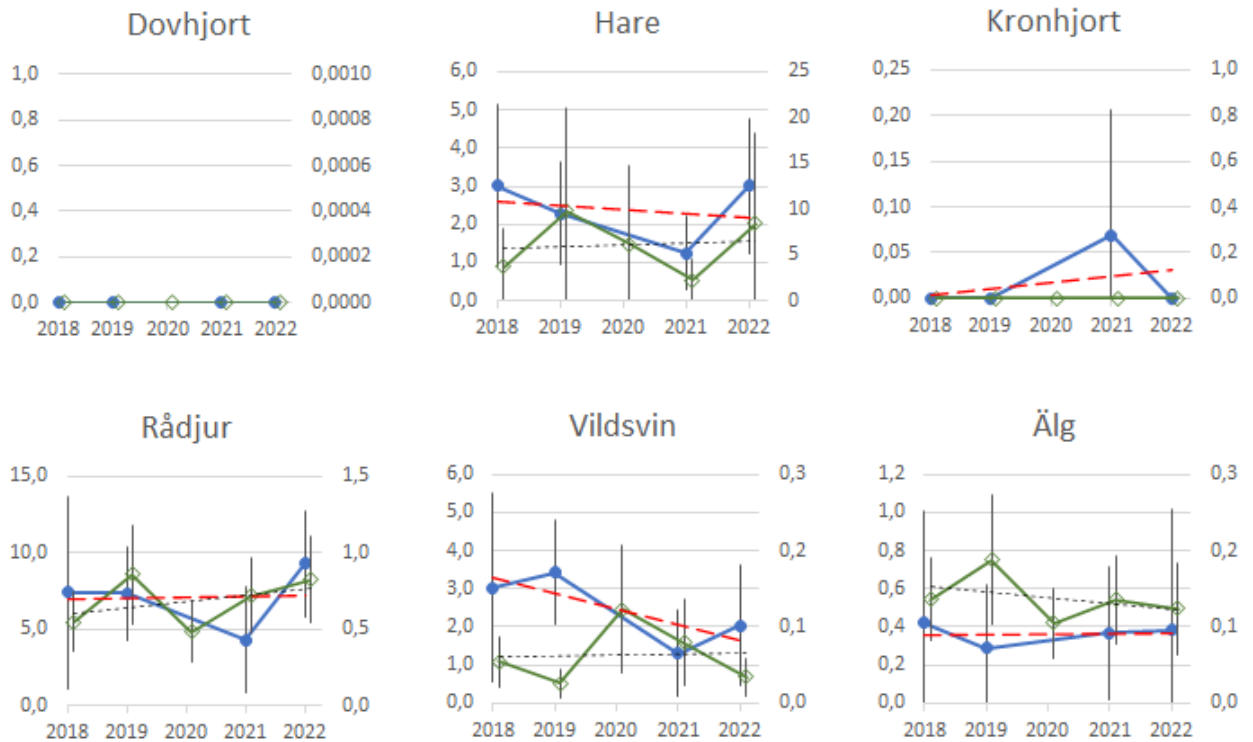
Sett i ett längre tidsperspektiv (2002–2022) så uppvisar vildsvin genom spillningsinventeringen att populationen vuxit från ett läge där de från början inte gav några avtryck alls. Populationen verkar numerärt vara ganska stabil och den variation som uppmätts ryms inom statistisk felmarginal (linjär regression, $p=0,96$; Figur 3-1). Spårdata för vildsvin (2018–2022) i Forsmark, alltså endast den sydliga delen av klövviltsområdet, indikerar dock en minskning (Figur 3-2).

För övriga arter – älg, rådjur och hare – har populationerna inte visat någon tydlig trend uppåt eller nedåt för den längre spillningstidsserien. För älg är trenden emellertid nedåtgående sedan 2016 (linjär regression, $p=0,14$; Figur 3-1) där modellberäkningen också visar på en minskning 2016–2022 med över 40 % (Figur 3-3). Nedgången tycks varit som störst 2016–2018 vilket bekräftas av spårdata för den södra delen av området 2018–2022 som visar en tämligen oförändrad population (Figur 3-2).

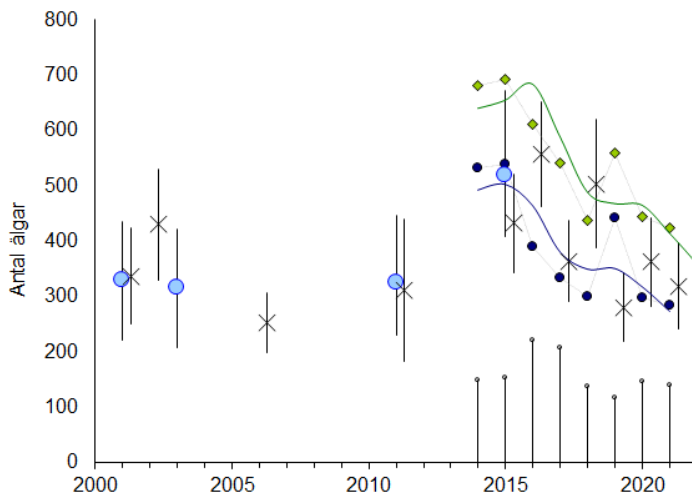
För rådjurspopulationen går det att skönja en svagt uppåtgående trend i spillningsdata (linjär regression, $p=0,15$; Figur 3-1) medan harpopulationen saknar en tydlig trend (linjär regression, $p=0,71$; Figur 3-1).



Figur 3-1. Populationsutveckling hos dovhjort, hare (fälthare och skogshare), kronhjort, vildsvin, rådjur och älg baserat på spillningsinventering 2002–2012 i Hållnäs (ljusblå linje) och Forsmark (mörkblå linje) och från 2016 och framåt i Forsmarks klöviltssområde (grön linje). Svarta vertikala staplar genom punkterna indikerar 95% konfidensintervall. Streckade svarta linjer utgör linjära regressionslinjer för tidsserien 2016–2022. Ingen av trenderna är statistiskt signifikanta ($p > 0,05$).



Figur 3-2. Populationsutveckling hos dovhjort, hare (fälthare och skogshare), kronhjort, rådjur, vildsvin och älg i Forsmark utifrån spårinventering längs räta linjer på fastmark (blå linjer). Som jämförelse motsvarande utveckling utifrån spillningsinventering i Forsmarks klövviltsområde (grön linje). Svarta vertikala staplar genom punkterna indikerar 95% konfidensintervall. Streckade röda linjer indikerar linjära trender för spårdata och streckade svarta linjer dito för spillningsdata.



Figur 3-3. Populationsutveckling för älg i klövviltsområdet under sommar (grön linje) och vinter (blå linje) under perioden 2014/2015–2021/2022 beräknat utifrån Älgobs- och avskjutningsdata ihop med skattningar från flyginventering och spillningsinventeringar. Årsvisa skattningar från spillningsinventering och flyginventering indikeras med kryss respektive blå punkter. Svarta staplar med knopp från x-axel och uppåt indikerar antal älgar fällda under jakt. Data före 2014/2015 har ej ingått i modellberäkningen. Strecken motsvarar 95% konfidensintervall. Årtalen anger första halvan av respektive vinter eller jaktår.

Tabell 3-1 . Antal spillningshögar per hektar och dygn samt skattat antal individer per 1000 hektar för respektive inventerad art. Skattningar för 2021/2022 med medelvärde för perioden 2018–2022 som jämförelse. Värden avser medel med 95 % konfidensintervall

	Antal högar per ha och dygn		Antal individer per 1000 ha	
	2021/2022	Medel	2021/2022	Medel
Älg	0,12 +/- 0,03	0,16	7,5 +/- 1,8	9,4
Rådjur	0,83 +/- 0,14	0,64	39,3 +/- 6,9	30,5
Kronhjort	0 +/- 0	0,00	0 +/- 0	0,0
Dovhjort	0 +/- 0	0,00	0 +/- 0	0,0
Vildsvin	0,03 +/- 0,01	0,07	6,8 +/- 2,5	13,4
Hare	8,38 +/- 5,08	6,04	17,6 +/- 10,7	12,7

3.2 Lodjur

Vid varje spårinventering har spår från lodjur observerats (figur 3-4). För ett år (2019) observerades dock lodjur endast i inventeringen av räta linjer över fastmark.



Figur 3-4. Spårlopa från lo observerad under inventeringen 2022 (Foto: Jonatan Borling).

En förändrad design av stickprov innebär att vi inte kunnat skapa en helt jämförbar längre tidsserie för området. Med start 2016 ändrades urvalet av räta linjer på fastmark och med start 2018 har stickprovet inte varit slumpmässigt (se avsnitt 2.1). Med detta i åtanke kan vi likväl konstatera att det under spårinventering längs vattenlinjer fanns spår i en något högre andel av rutorna än i ett genomsnitt för alla år (20 % vs 16 %; tabell 3-2 och Figur 3-6). För perioden 2018–2021 var också trenden för index över korsningar per km och dygn svagt positiv (Tabell 3-3 och Figur 3-7). Detsamma gällde för spår av lodjur korsandes räta linjer på fastmark

Tabell 3-4 och Figur 3-7).

Tabell 3-2 . Antal rutor samplade för spårinventering utmed vattenlinjer samt antal och andel rutor med minst en positiv observation. Vid ett par inventeringar (2016 och 2021) har alla utvalda rutor inte gått att inventera pga brister i snöhållanden. Dessutom uteblev en hel inventering 2020 av samma skäl. Alla värden är okorrigerade för antal spår, linjelängd och antal dagar sedan nysnö. Med andra ord är detta ett mycket grovhugget index jämfört med skattningar av antal korsande spår per km och dygn.

	Antal inv rutor	Antal rutor med förekomst											
		Björn	Bäver	Lodjur	Mink	Utter	Varg	Björn	Bäver	Lodjur	Mink	Utter	Varg
2002	24	0	0	2	12	4	0	0%	0%	8%	50%	17%	0%
2003	24	0	0	6	11	2	0	0%	0%	25%	46%	8%	0%
2007	24	0	0	7	6	1	0	0%	0%	29%	25%	4%	0%
2012	24	0	0	3	4	5	0	0%	0%	13%	17%	21%	0%
2016	18	0	0	5	4	5	0	0%	0%	28%	22%	28%	0%
2017	20	0	0	3	5	6	0	0%	0%	15%	25%	30%	0%
2018	20	0	0	1	5	7	0	0%	0%	5%	25%	35%	0%
2019	20	0	0	0	6	2	0	0%	0%	0%	30%	10%	0%
2021	15	0	0	3	2	4	0	0%	0%	20%	13%	27%	0%
2022	20	0	0	3	4	4	0	0%	0%	15%	20%	20%	0%



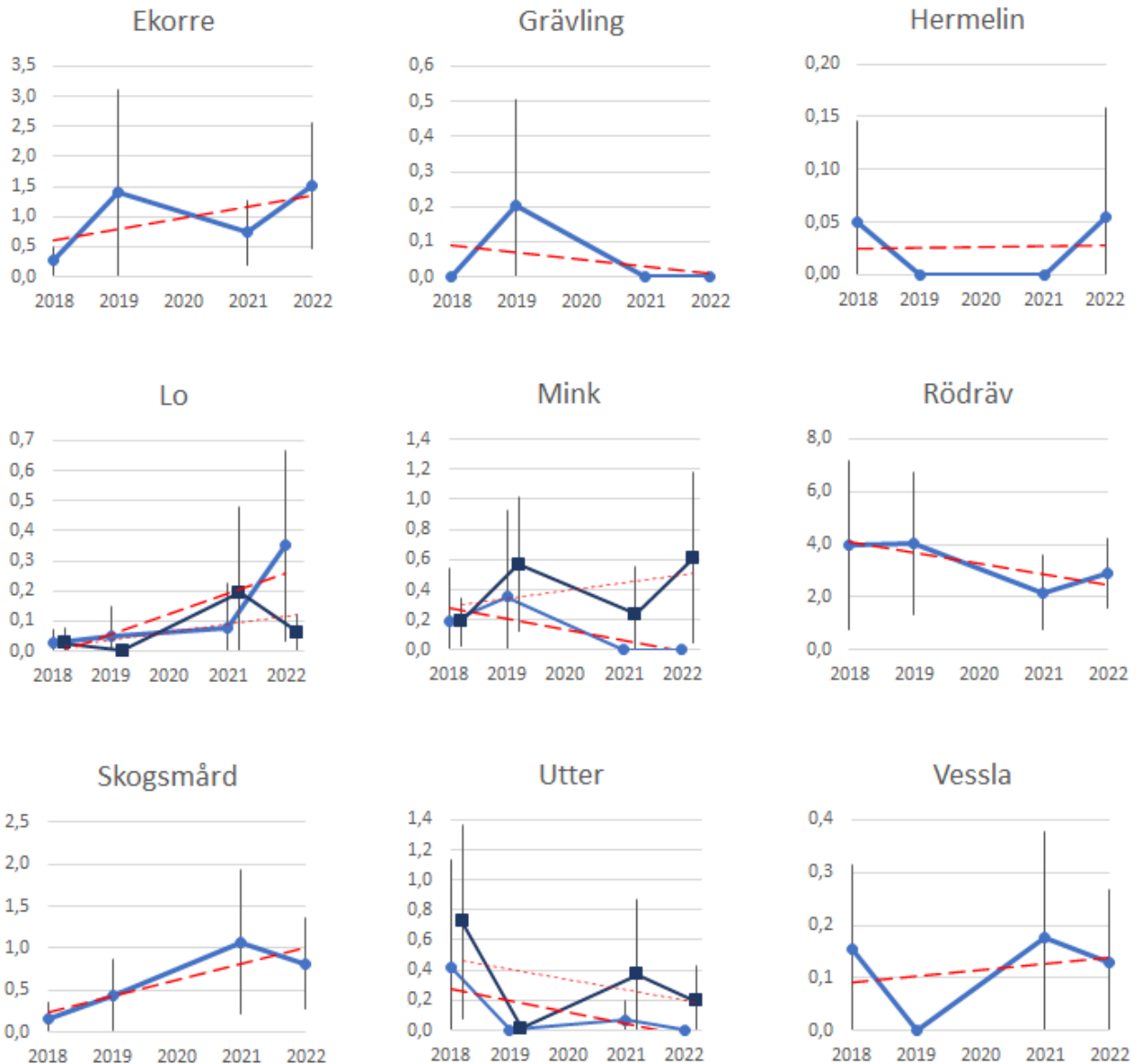
Figur 3-5. Andel rutor med positiv observation av lodjur, mink och utter i Forsmark. Data avser spårning utmed vattenlinjer. Arterna björn, bäver och varg är utelämnade då ingen observation registrerats under inventeringarna 2002–2022. Färgbytet från blå till röd indikerar steget från ett slumpmässigt urval av rutor till ett subjektivt urval av rutor med lämpligt utterhabitat.

Tabell 3-3 . Antal korsningar per kilometer inventerad vattenlinje och dygn med ackumulering av spår. Skattningar för 2021/2022 med medelvärde för 2018–2022 som jämförelse. Värden avser medel med 95 % konfidensintervall.

	Korsningar per km och dygn	
	2021/2022	Medel
Brunbjörn	0 +/- 0	0
Bäver	0 +/- 0	0
Lo	0,06 +/- 0,07	0,07
Mink	0,61 +/- 0,57	0,4
Utter	0,2 +/- 0,23	0,33
Varg	0 +/- 0	0

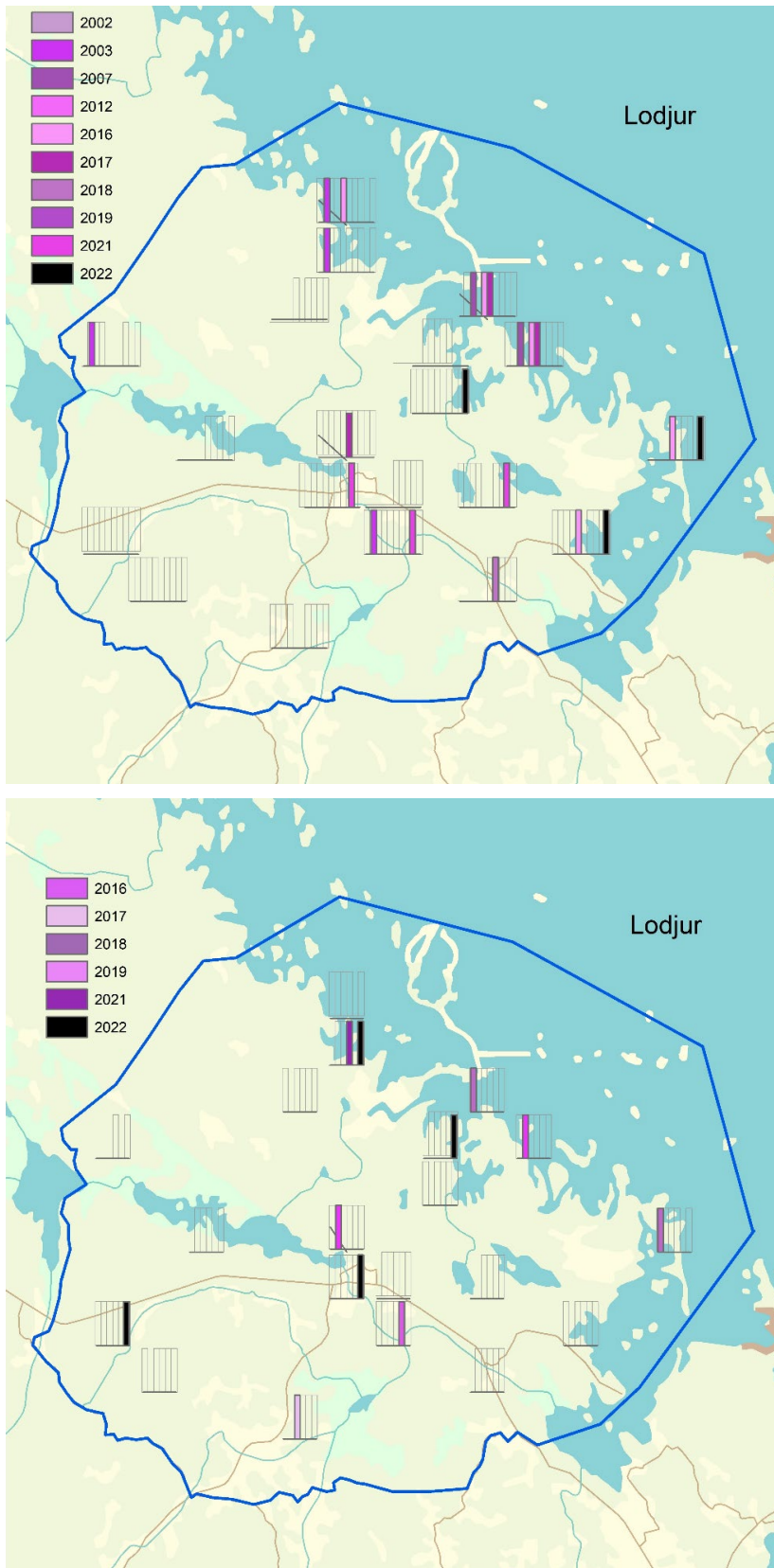
Tabell 3-4 . Antal korsningar per kilometer inventerad linje på fastmark och dygn med ackumulation av spår. Skattningar för 2021/2022 med medelvärde för perioden 2018–2022 som jämförelse. Värden avser medel med 95 % konfidensintervall.

	Korsningar per km och dygn	
	2021/2022	Medel
Brunbjörn	0 +/- 0	0
Bäver	0 +/- 0	0
Dovhjort	0 +/- 0	0
Ekorre	1,51 +/- 1,06	0,98
Grävling	0 +/- 0	0,05
Hare	3,02 +/- 1,77	2,39
Hermelin	0,05 +/- 0,1	0,03
Hund	0,21 +/- 0,31	0,14
Iller	0 +/- 0	0
Katt	0 +/- 0	0,01
Kronhjort	0 +/- 0	0,02
Lo	0,35 +/- 0,32	0,13
Mink	0 +/- 0	0,13
Rådjur	9,27 +/- 3,43	7,08
Rödräv	2,89 +/- 1,34	3,26
Skogsmård	0,82 +/- 0,55	0,63
Utter	0 +/- 0	0,12
Varg	0 ± 0	0
Vessla	0,13 +/- 0,14	0,12
Vildsvin	2,04 +/- 1,6	2,45
Älg	0,38 +/- 0,63	0,36



Figur 3-6. Populationsutveckling hos ett antal rovdäggdjur i Forsmark utifrån spårinventering längs räta linjer på fastmark (ljusblå linjer) och längs vattenlinjer (mörkblå linjer). Arter där ingen positiv observation gjorts har utelämnats – brunbjörn, bäver, iller och varg. Inte heller hund och katt redovisas grafiskt. Svarta vertikala staplar genom punkterna indikerar 95% konfidensintervall. Streckade röda linjer indikerar linjära trender.

I de 20 rutor som valdes ut som stickprov 2018 har vi under inventering av spår längs vattenlinjer mellan 2002 och 2022 observerat lodjurspår i 13 rutor. Geografiskt fördelar sig observationerna förskjutet åt öster och nordöst (Figur 3-7). Detta mönster gäller även, om än inte lika påfallande, för inventeringen längs räta linjer över fastmark (Figur 3-7).



Figur 3-7. Förekomst av lodjur i de rutor som sedan 2018 valts ut för årlig inventering i Forsmark. Övre karta avser inventering utmed vattenlinjer och nedre karta avser inventering längs linjer på fastmark. Observera att olika rutor inventerats olika många tillfällen sedan 2002 vilket framgår av antalet staplar (genomskinliga samt färgade) inom varje ruta. Färgade staplar visar på förekomst av lodjur medan genomskinliga visar år med frånvaro. Förekomst i ruta under 2022 indikeras med svarta staplar.

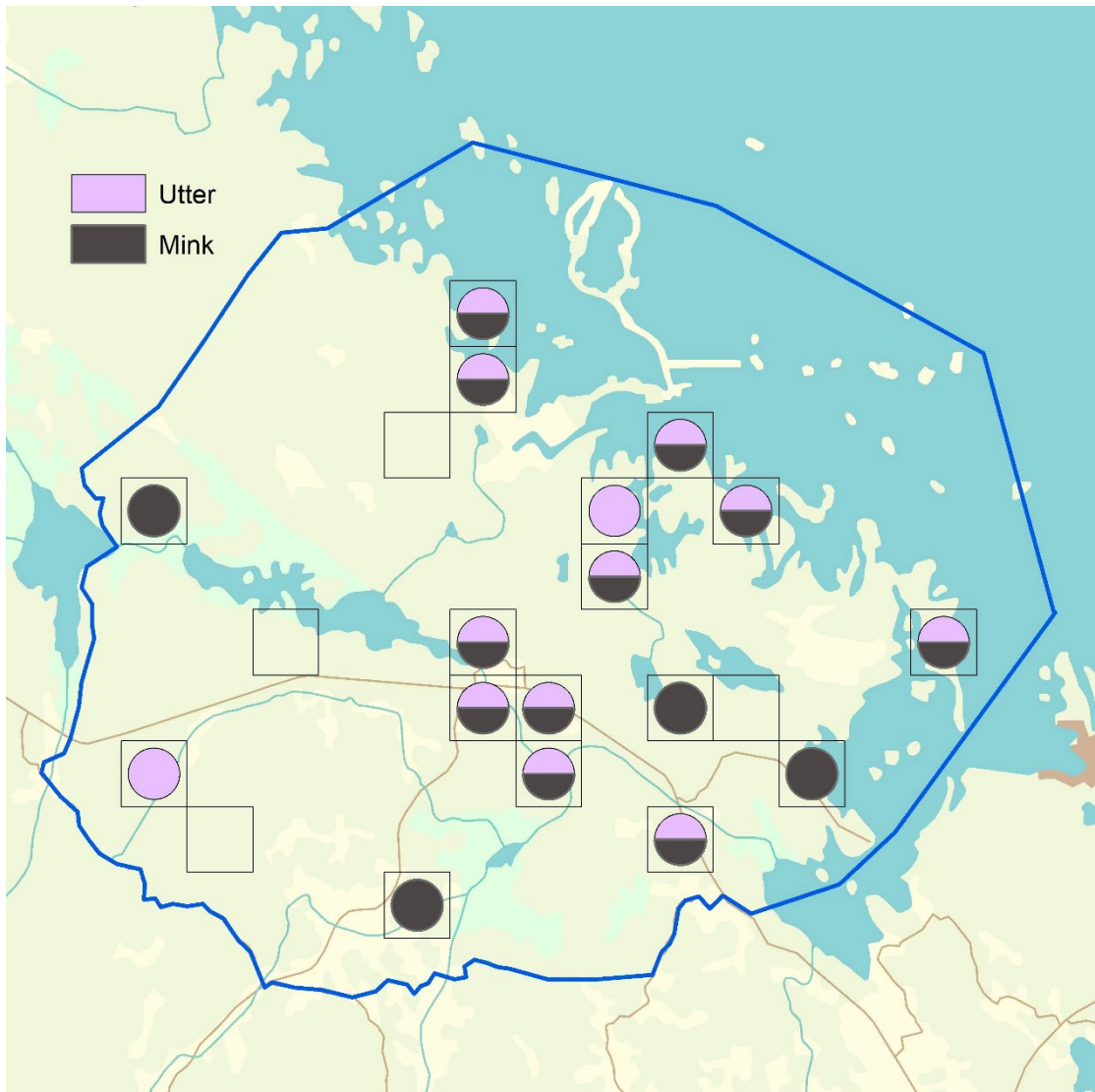
3.3 Mink och utter

Precis som för lodjur saknas möjligheten till en rakt igenom jämförbar tidsserie för mink och utter. Andelen rutor med förekomst av spår var dock lägre för mink och i stort sett samma för utter relativt respektive genomsnitt för perioden 2002–2022 (tabell 3-2). Index över korsningar per km och dygn utmed vattenlinjer 2018–2022 pekar uppåt för mink och nedåt för utter (Figur 3-6).

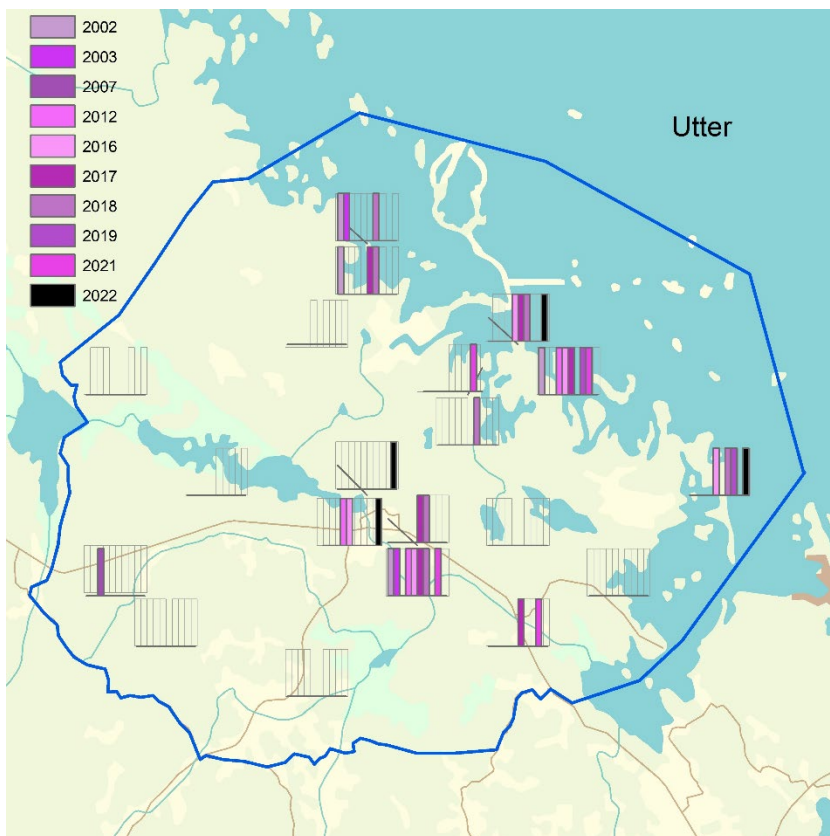
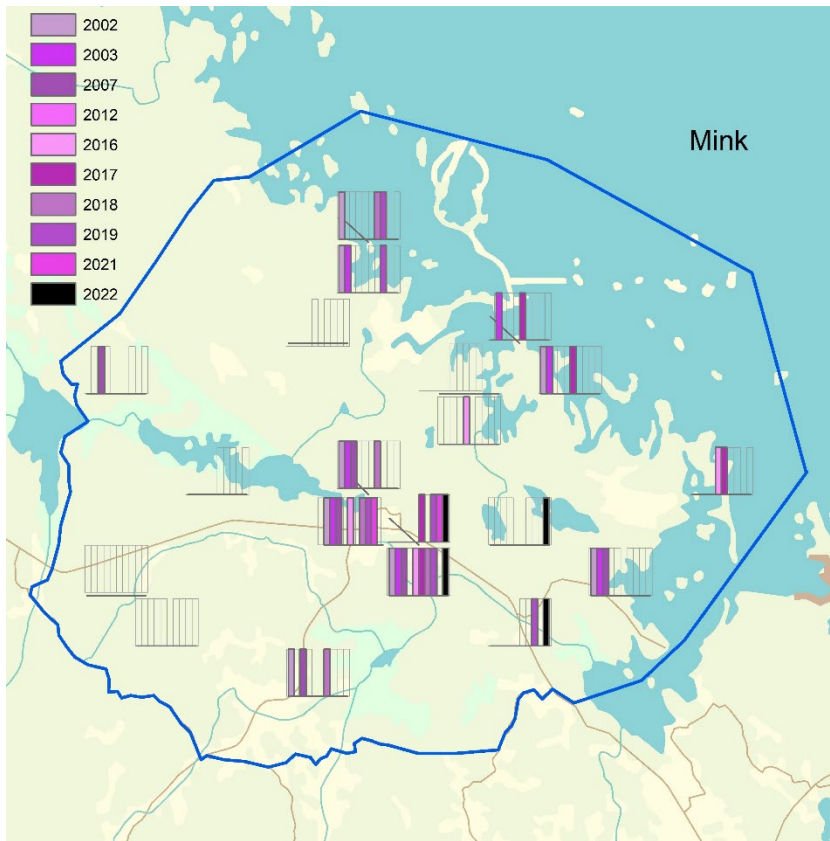
Spår av mink (Figur 3-8) har observerats i totalt 15 av de 20 rutorna som valdes ut 2018 vid inventering längs vattenlinjer. Motsvarande antal för utter är 13 rutor. I tio av rutorna har spår från båda arterna observerats (Figur 3-9). För ett par rutor i regionen sydöst om Bruksdammen i områdets centrala delar har mink återfunnits regelbundet medan det är mer sporadiskt för rutor i övrigt (Figur 3-10). Rutorna utmed kusten har dock med ett undantag alla haft spår av mink vid någon inventering (Figur 3-10). Nästan samma mönster gäller för utter men där är observationerna något färre i rutorna sydöst Bruksdammen (Figur 3-10). Utter har därtill setts i alla inventerade rutor utmed kusten (Figur 3-10).



Figur 3-8. Spårlöpa från mink observerad under inventeringen 2022 (Foto: Jonatan Borling).



Figur 3-9. Registrerad förekomst av mink (svart) och utter (lila) under något av inventeringsåren 2002-2022 i de rutor som spårinventerats i Forsmark 2022.



Figur 3-10. Förekomst av mink (ovan) och utter (nedan) i de rutor som sedan 2018 valts ut för årlig spårinventering längs vattenlinjer i Forsmark. Observera att olika rutor inventerats olika många tillfällen sedan 2002 vilket framgår av antalet staplar (genomskinliga samt färgade) inom varje ruta. Färgade staplar visar på förekomst av mink respektive utter medan genomskinliga visar år med frånvaro. Förekomst i ruta under 2022 indikeras med svarta staplar.

3.4 Övriga däggdjur

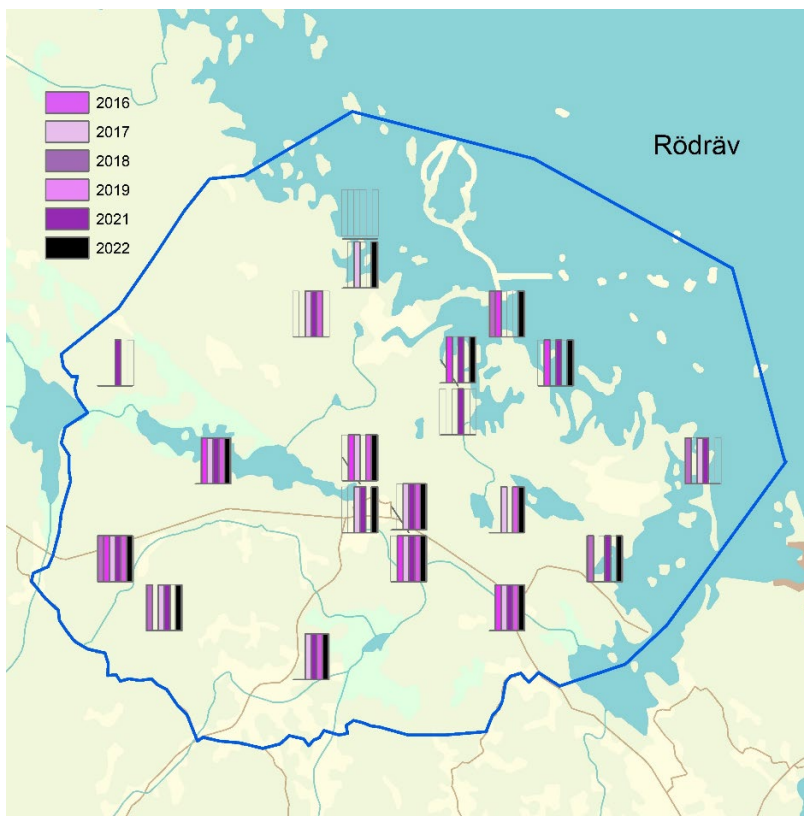
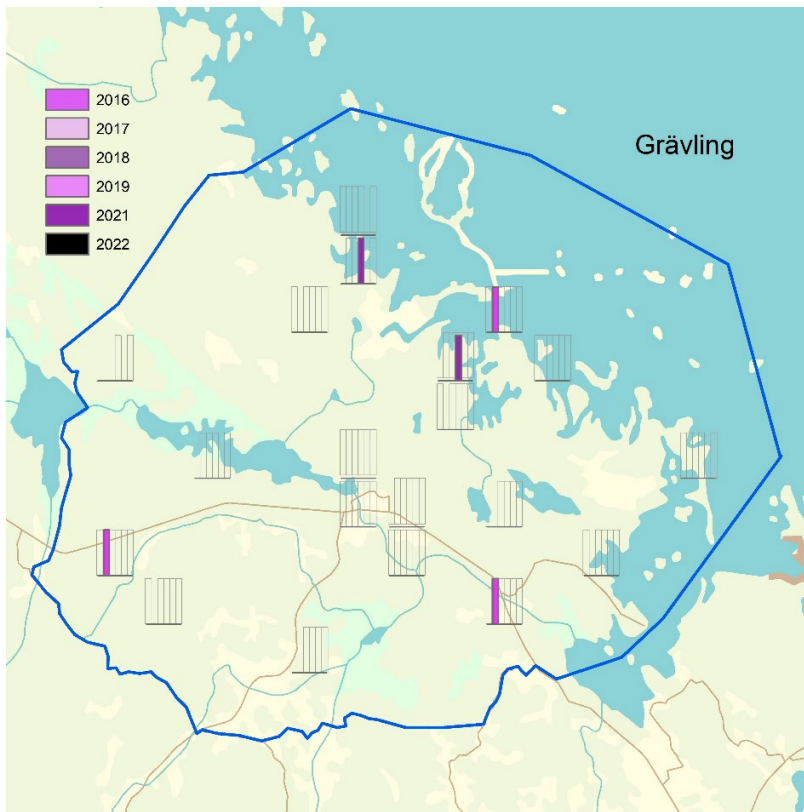
Spår av varg eller björn har aldrig registrerats av oss i spårinventeringarna i Uppland 2002–2022. För björn säger det mindre då dessa djur normalt ligger i idé vid den tidpunkt inventeringen genomförs.

Av samma skäl som avsaknad av björnsår är avtryck av grävling inte att vänta. Vi har dock vissa år haft några enstaka observationer (Figur 3-11).

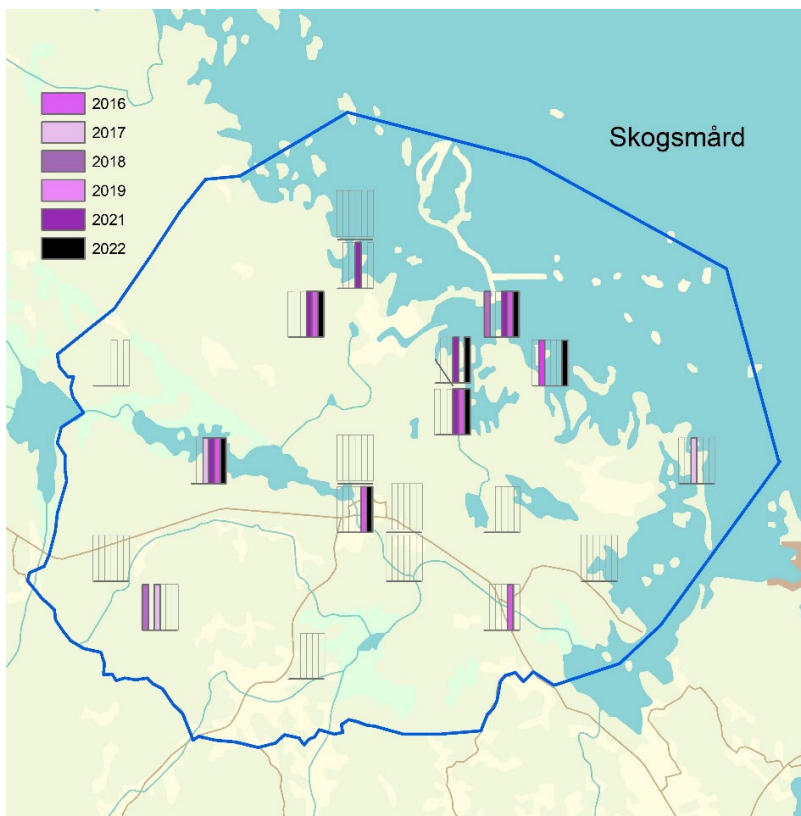
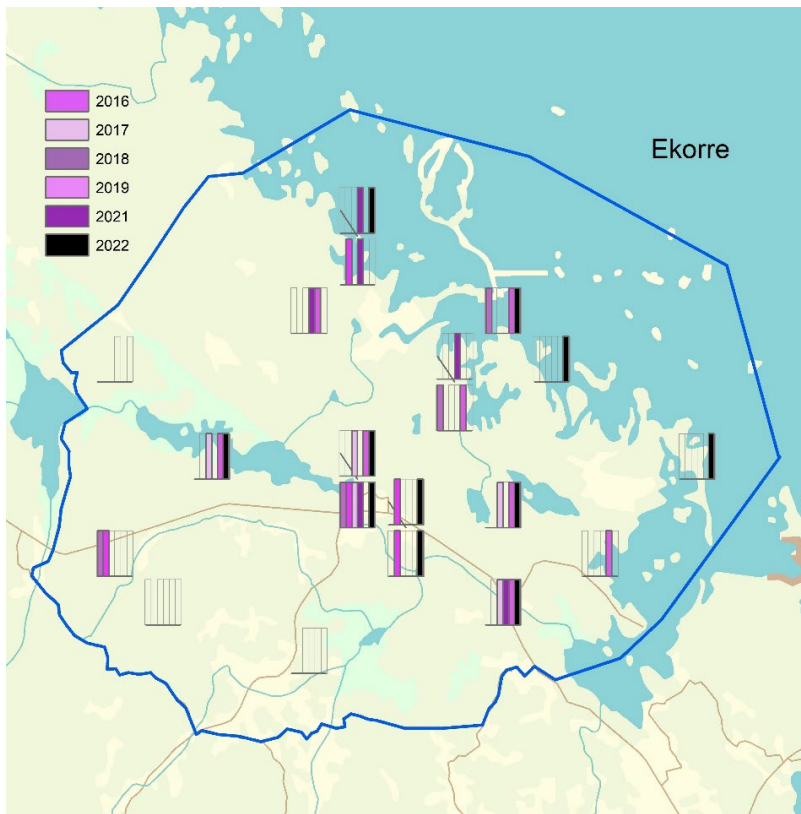
Bävorrar söker föda i närheten till sina hyddor vintertid (Artfakta 2021b) men några spår efter bäver har vi aldrig noterat.

Av de rovdjursarter som observerats varierar trenderna men ingen art uppvisar en konsekvent ökning eller minskning (Figur 3-7).

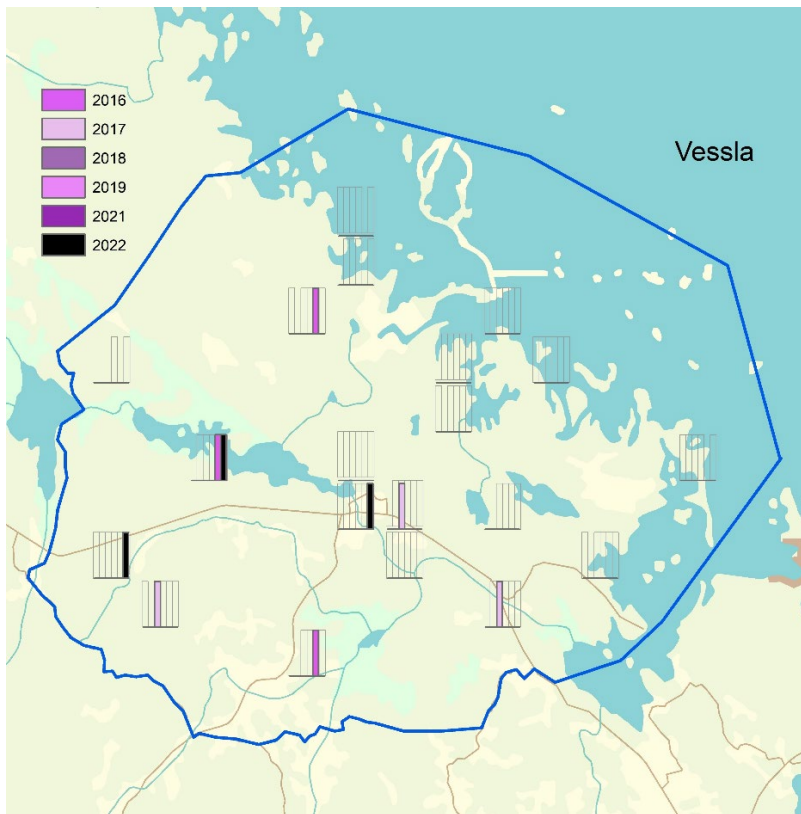
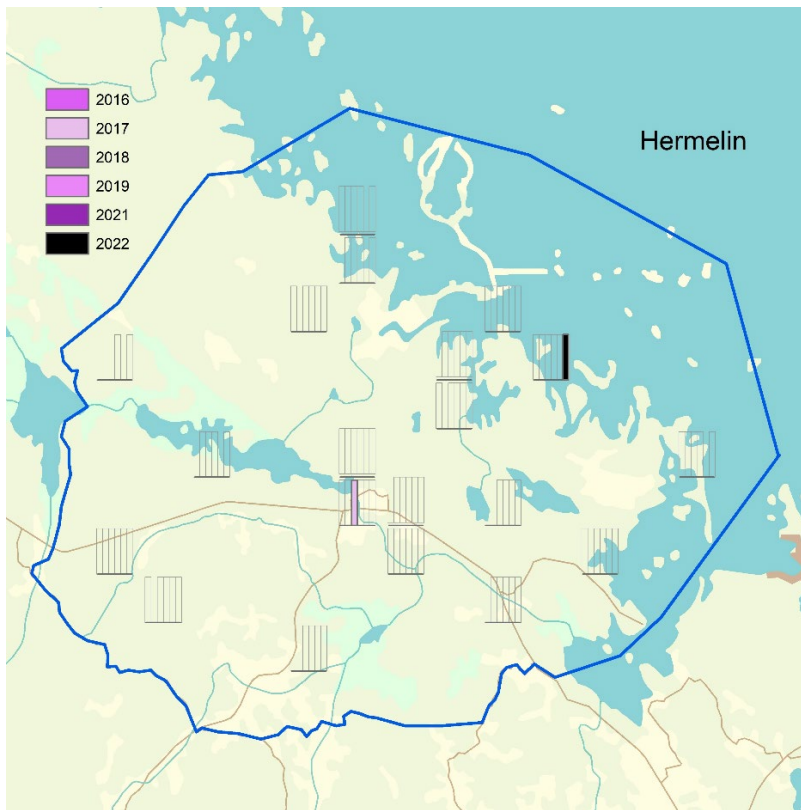
Sett till utbredning är rödräv den art som haft störst täckning med förekomst kopplat till 19 av de 20 rutorna vars södra/västra linje inventerats 2016–2021 (Figur 3-11).



Figur 3-11. Förekomst av grävling (ovan) och rödräv (nedan) i de rutor som sedan 2018 valts ut för årlig spårinventering längs vattenlinjer i Forsmark. Observera att olika rutor inventerats olika många tillfällen sedan 2002 vilket framgår av antalet staplar (genomskinliga samt färgade) inom varje ruta. Färgade staplar visar på förekomst av grävling respektive rödräv medan genomskinliga visar år med frånvaro. Förekomst i ruta under 2022 indikeras med svarta staplar.



Figur 3-12. Förekomst av ekorre (ovan) och skogsmård (nedan) i de rutor som sedan 2018 valts ut för årlig spårinventering längs vattenlinjer i Forsmark. Observera att olika rutor inventerats olika många tillfällen sedan 2002 vilket framgår av antalet staplar (genomskinliga samt färgade) inom varje ruta. Färgade staplar visar på förekomst av ekorre respektive skogsmård medan genomskinliga visar år med frånvaro. Förekomst i ruta under 2022 indikeras med svarta staplar.



Figur 3-13. Förekomst av hermelin (ovan) och vessla (nedan) i de rutor som sedan 2018 valts ut för årlig spårinventering längs vattenlinjer i Forsmark. Observera att olika rutor inventerats olika många tillfällen sedan 2002 vilket framgår av antalet staplar (genomskinliga samt färgade) inom varje ruta. Färgade staplar visar på förekomst av hermelin respektive vessla medan genomskinliga visar år med frånvaro. Förekomst i ruta under 2022 indikeras med svarta staplar.

4 Diskussion

Däggdjursfaunan, eller snarare de arter av däggdjur som är större än sorkar och möss, har genom två typer av inventeringar följts under nästan två decennier i området runt Forsmarks kärnkraftverk. För älg har ytterligare en par metoder för att följa förändringar i populationens numerär tillämpats.

Metodiken har till delar förändrats där det mest avgörande för att tolka data var omläggningar i stickprovsdesign 2016 och urvalskriterier 2018. Första ändringen syftade till att få en årlig uppföljning på bekostnad av lite sämre precision i de årliga skattningarna. Den andra ändringen gjordes för att fokusera mer på utter som är en art klassad som nära hotad (Artfakta 2021a) enligt den så kallade Rödlistan (SLU Artdatabanken 2020).

Slutsatsen av flera resultat är inte odiskutabla vid en statistisk prövning. Materialet är i många fall för litet. Vi har likväl valt att beskriva utveckling och utbredning från de data vi har just nu. Av lite mer säkra slutsatser kan nämnas det i området minskande antalet älgar, att vildsvin etablerats med en stabil förekomst kommit och avsaknad av bäver. Det finns en svag indikation på att uttern minskar men sett i ett längre tidsperspektiv är förekomsten troligen att betrakta som stabil. Lodjur tycks finnas som ett säkert inslag i faunan.

En fortsatt uppföljning kommer på sikt kunna ge möjlighet till att göra både mer förfinade och säkrare analyser.

Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer.

Andersen R, Hjeljord O, Sæther B-E, 1992. Moose defecation rates in relation to habitat quality. *Alces* 28, 95–100.

Aronsson Å, Eriksson P, 1990. Djurens spår och konsten att spåra: en fälthandbok. Stockholm: Bonniers.

Artfakta, 2021a. Utter, *Lutra*. Uppsala: SLU Artdatabanken. Tillgänglig: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/lutra-lutra-100077> [2021-10-18].

Artfakta, 2021b. Bäver, *Castor fiber*. Uppsala: SLU Artdatabanken. Tillgänglig: <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/castor-fiber-102607> [2021-10-18].

Becker E F, Spindler M A, Osborne T O, 1998. A population estimator based on network sampling of tracks in the snow. *Journal of Wildlife Management* 62, 968–977.

Bergström R, Månsson J, Kindberg J, Pehrson Å, Ericsson G, Danell K, 2011a. Adaptiv älgförvaltning nr 3: Spillningsinventering av älg. Fakta Skog. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet 12, 2011.

Bergström R, Månsson J, Kindberg J, Pehrson Å, Ericsson G, Danell K, 2011b. Inventering för adaptiv älgförvaltning i älgförvaltningsområden (ÄFO) – Spillningsinventering av älg. Manual nr 3. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Broman E, 2007. Spillningsinventering av älg och annat klövvilt: principer för utläggning av provytor. Tilläggsrapport. Svenska Jägareförbundet.

Broman E, Truvé J, 2021. Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2021. SKB R-21-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Buckland S T, Anderson D R, Burnham K P, Laake J L, Borchers D L, Thomas L, 2001. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford: Oxford University Press.

Buckland S T, Anderson D R, Burnham K P, Laake J L, Borchers D L, Thomas L, 2004. Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford: Oxford University Press.

Cederlund G, 2008a. Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Forsmark. SKB P-08-35, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, 2008b. Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Saxmarken-Hållnäs. SKB P-08-36, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, 2009a. Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Forsmark. SKB P-09-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, 2009b. Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Saxmarken-Hållnäs. SKB P-09-24, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, Broman E, 2010a. Monitorering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Forsmark jaktåret 2009. SKB P-10-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, Broman E, 2010b. Monitorering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Hållnäs jaktåret 2009. SKB P-10-27, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, Broman E, 2011a. Monitorering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Forsmark. SKB P-11-36, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Cederlund G, Broman E, 2011b. Monitorering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Hållnäs. SKB P-11-37, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- Cederlund G, Lemel J, 2007a.** Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Forsmark. SKB P-07-132, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Lemel J, 2007b.** Platsundersökning Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Saxmarken-Hållnäs. SKB P-07-133, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Hammarström A, Wallin K, 2003.** Surveys of mammal populations in the areas adjacent to Forsmark and Tierp. A pilot study 2001–2002. SKB P-03-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Hammarström A, Wallin K, 2004.** Surveys of mammal populations in the areas adjacent to Forsmark and Oskarshamn. Results from 2003. SKB P-04-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Hammarström A, Wallin K, 2005.** Forsmark site investigation. Surveys of mammal populations in Forsmark. Results from 2004. SKB P-05-151, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Lemel J, Wallin K, 2006a.** Forsmark site investigation. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Saxmarken-Hållnäs. SKB P-06-218, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Lemel J, Wallin K, 2006b.** Forsmark site investigation. Älgstammens ålderssammansättning och reproduktion i Forsmark. SKB P-06-219, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Broman E, Bergström B, 2012a.** Monitering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Forsmark. SKB P-12-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Cederlund G, Broman E, Bergström B, 2012b.** Monitering Forsmark. Älgstammens ålderssammansättning, reproduktion och hornutveckling i Hållnäs. SKB P-12-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Eberhardt L, 1987.** Population projections from simple models. *Journal of Applied Ecology* 24, 103–118.
- Ericsson G, Kindberg J, 2011a.** Adaptiv älgförvaltning nr 2: Älgobservationer (Älgobs). Fakta Skog. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet 11, 2011.
- Ericsson G, Kindberg J, 2011b.** Inventering för adaptiv älgförvaltning i älgförvaltningsområden (ÄFO) – Älgobservationer. Manual nr 2. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jarnemo A, Bergström R, Söderberg B, 2010.** Spillningsfrekvens samt nedbrytning av spillning hos kronvilt *Cervus elaphus*. Viltforum nr 2/2010, Jägareförbundet.
- Jarnemo A, Sand H, Dalin A-M, Malmsten J, 2011a.** Adaptiv älgförvaltning nr 6: Åldersstruktur och reproduktion. Fakta Skog. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet 15, 2011.
- Jarnemo A, Sand H, Dalin A-M, Malmsten J, 2011b.** Inventering för adaptiv älgförvaltning i älgförvaltningsområden (ÄFO) – Åldersstruktur och reproduktion för älg utifrån skjutet material. Manual nr 6. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Kindberg J, Persson I-L, Bergström R L, 2004.** Spillningsinventering av klövvilt. Workshop Öster-Malma 17–18 mars 2004. Slutrapport, Umeå.
- Kindberg J, Ericsson G, Bergström R, Danell K, 2011a.** Adaptiv älgförvaltning nr 1: Avskjutningsstatistik för älg, Fakta Skog. Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet 10, 2011.
- Kindberg J, Ericsson G, Bergström R, Danell K, 2011b.** Inventering för adaptiv älgförvaltning i älgförvaltningsområden (ÄFO) – Avskjutningsstatistik för älg. Manual nr 1. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Mitchell B, Rowe J, Ratcliffe P R, Hinge M, 1985.** Defecation frequency in roe deer (*Capreolus capreolus*) in relation to the accumulation rates of faecal deposits. *Journal of Zoology* 207, 1–7.

- Oldemeyer J L, Franzmann A W, 1981.** Estimating winter defecation rates for moose, Alces. *Canadian Field-Naturalist* 95, 208–209.
- Plhal R, Kamler J, Homolka M, Drimaj J, 2014.** An assessment of the applicability of dung count to estimate the wild boar population density in a forest environment. *Journal of Forest Science* 60, 174–180.
- Seber G A F, 1982.** The estimation of animal abundance and related parameters. London: Griffin.
- Skalski J R, Robson D S, 1992.** Techniques for wildlife investigations: design, analysis of capture data. London: Academic Press.
- SLU Artdatabanken, 2020.** Rödlistade arter i Sverige 2020. Uppsala: SLU Artdatabanken.
- Thompson S K, 1991.** Stratified adaptive cluster sampling. *Biometrika* 78, 389–397.
- Truvé J, 2007.** Oskarshamn and Forsmark site investigation. Surveys of mammal populations in the areas adjacent to Forsmark and Oskarshamn. Results from 2007, compared with results from 2002/2003. SKB P-07-122, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, 2012.** Inventering av däggdjur i Forsmark och Hållnäs. SKB P-12-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, Broman E, 2017.** Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2017. SKB P-17-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, Broman E, 2018.** Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2018. SKB P-18-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, Broman E, 2019.** Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2019. SKB P-19-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, Broman E, 2020.** Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2020. SKB P-20-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Truvé J, Wallgård M, Broman E, 2016.** Övervakning av däggdjursfaunan i Forsmark. Inventeringsresultat 2016. SKB P-16-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- White G C, Eberhardt L E, 1980.** Statistical analysis of deer and elk pellet-group data. *Journal of Wildlife Management* 44, 121–131.
- Williams B K, Nichols J D, Conroy M J, 2002.** Analysis and management of animal populations: modelling, estimation, and decision making. San Diego, CA: Academic Press.