

# Spillningsinventering

En metodbeskrivning av datainsamling  
och analys för att studera renens habitatval  
i relation till vindkraftutbyggnader

ANNA SKARIN OCH MARIA HÖRNELL-WILLEBRAND

RAPPORT 6459 • NOVEMBER 2011



# Spillningsinventering

En metodbeskrivning av datainsamling och analys för att studera  
renens habitatval i relation till vindkraftutbyggnader

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: CM Gruppen AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00, fax: 010-698 10 99

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6459-4

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2011

Elektronisk publikation

Omslagsfoto: Anna Skarin. Provyta vid spillningsinventering.



## Förord

Behovet av kunskap om vindkraftverkens påverkan på den marina miljön, på växter och djur och på människor och landskap är stort. I tidigare studier av vindkraftanläggningars miljöpåverkan har det saknats en helhetsbild av effekterna och av människors upplevelser vilket har orsakat problem i miljökonsekvensbeskrivningar och vid tillståndsprövning.

Målet med kunskapsprogrammet Vindval är ett ökat vindbruk vilket ska åstadkommas genom att underlätta en ökad vindkraftutbyggnad genom bättre underlag för miljökonsekvensbeskrivningar och tillståndsprocesser samt att minska osäkerheten vid bedömning av vindkraftens påverkan på miljön.

Vindval ska även ge underlag för säkrare bedömningar av hur vindkraft påverkar landskapet, störningar för kringboende och människors upplevelser av vindkraft. Tanken är också att bygga upp kunskap om miljöeffekter av vindkraft vid svenska universitet, högskolor, institut och företag samt i kommuner och andra myndigheter.

Vindval drivs av Naturvårdsverket på uppdrag av Energimyndigheten som också finansierar programmet. I programkommittén, som diskuterar prioriteringar och bereder underlag för beslut, ingår representanter från Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Fiskeriverket, Boverket, Riksantikvarieämbetet, länsstyrelserna och vindkraftbranschen.

Den här rapporten har skrivits av Anna Skarin och Maria Hörnell-Willebrand på Sveriges lantbruksuniversitet respektive Högskolan i Hedmark, Norge. Skribenterna svarar för innehåll, slutsatser och eventuella rekommendationer.

Vindval i november 2011

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	3
<b>SAMMANFATTNING</b>	5
<b>SUMMARY</b>	6
<b>INTRODUKTION</b>	7
<b>HABITATVAL</b>	9
<b>PROVYTEINVENTERING</b>	11
Anvisning för utläggning av provytor	12
Anvisning för uppsökandet av provyta	14
Anvisning för avsökning av provyta	14
<b>DISTANCE SAMPLING – INVENTERING AV AVSTÅND</b>	17
Anvisning för utläggning av inventeringslinjer	20
Anvisning för avsökning av inventeringslinjer	21
Anvisning för avsökning av inventeringspunkt	22
Habitatvariabler	23
Kovariater	23
<b>ARBETSTIDSÅTGÅNG</b>	25
Provyteinventering	25
Distance Sampling	25
<b>NÅGOT OM NEDBRYTNINGSHASTIGHET</b>	27
<b>TIDPUNKT FÖR INVENTERING</b>	29
<b>FÖRDJUPNING – SKATTNING AV HABITATVAL</b>	30
Habitatmodell – illustration med ett exempel	30
Ladda ner exempel	30
Statistisk metodik	30
Spatial autokorrelation	33
Distance Sampling och habitatmodellering	34
<b>APPENDIX</b>	35
Fältblankett	35
<b>REFERENSER</b>	37

# Sammanfattning

Ekologisk information behövs för att hjälpa företag och myndigheter i planering och bedömning vid etablering av nya vindkraftverk. I ekologiska studier är det viktigt att få en god uppfattning om hur djuren reagerar på ett ingrepp i naturen både på lokal och på regional skala. Med spillningsinventering kan man på ett enkelt sätt skaffa sig en helhetsbild av effekter på både lokal och regional skala för hela populationen. Spillningsinventering har länge använts som metod för att inventera och uppskatta populationsstorlekar hos vilda djur. Under senare delen av 1900-talet har det även börjat användas för att skatta habitatnyttjande eftersom det erbjuder ett billigare alternativ än t.ex. GPS-halsband. I Sverige används spillningsinventering i stor utsträckning för att uppskatta populationsstorleken hos klövvilt som älg och rådjur.

Det finns olika metoder för att inventera spillning, i den här rapporten kommer vi att beskriva metodik för provyteinventering och för Distance Sampling i linjer och i punkter. Provyteinventering är en typ av stickprovstagning där man inventerar all spillning på förutbestämda provytor. Provyternas placering i terrängen är vanligtvis systematisk slumpvis för att man ska täcka in all typ av terräng i inventeringen. Tätheten av spillning i de olika punkterna relateras sedan till olika miljöfaktorer som t.ex. vegetationstyp, topografi, och avstånd till vägar, vindkraftverk och kraftledningar, och i de fall det finns; täthetskattning av rovdjur. Den andra metoden som vi beskriver är Distance Sampling eller inventering av avstånd då man inventerar längs linjer i terrängen och skattar avstånden från linjen till de spillningshögar som man hittar. Tätheten av spillning längs linjen kan relateras till olika habitatfaktorer på samma sätt som för resultaten från en provyteinventering. På regional nivå kan det gå fortare att inventera med Distance Sampling-metoden men på en lokal nivå är det osäkert om det ger någon tidsvinst.

Den här rapporten är i första hand en metodbeskrivning av spillningsinventering på ren. Informationen i den här rapporten kan användas som *en del* för att upprätta ett kontrollprogram där man vill kunna spåra om renarnas habitatval förändras i och med en vindkraftsetablering. Vi beskriver även möjliga felkällor och/eller bias för metoden. Alternativa metoder till spillningsinventering nämns också i denna rapport men beskrivs inte närmare. I slutet av rapporten finns en fördjupad del där vi beskriver hur man statistisk kan analysera spillningsdata från provyteinventering, och mer generellt hur man kan behandla data från Distance-inventering.

## Summary

With ever increasing human development in sensitive ecosystems the need for simple and proper surveillance methods in management is crucial. Fecal pellet-group counts have long been used in wildlife management to map population densities of large herbivores and their habitat selection, giving management a simple and cheap alternative to modern technology, such as GPS-collars, to survey animal populations.

In ecology and studies of resource selection the importance of recognizing scaling is evident. Applying both the small and the large-scale perspective in avoidance studies also results in a better understanding of how animal populations respond to human development. Pellet-group surveys give us a good opportunity to monitor animal populations over a selected study area and at several spatial scales.

Pellet-group counts are mainly performed using point transect survey or Distance Sampling. In the point transect survey design the pellet groups are inventoried in a random systematic sampling, to cover all types of terrain. The density of pellet groups is then related to different environmental parameters, such as vegetation type, topography, and distance to roads, power plants, and power lines, to detect the reindeer response to the environment. Distance Sampling is an inventory of distances to the object of interest. The density of pellet groups along the line may also be related to different environmental parameters as described for the point transects data.

The information in this report may be used as one part of a surveillance program for wind power development in a reindeer herding area. We will also present challenges and potential sources of error and/or bias. In the end of this report we also give a description of how data from a pellet-group count, using the point transect survey design, may be analysed.

# Introduktion

Spillningsinventering har länge använts som en av de vanligaste metoderna för att inventera och uppskatta populationsstorlekar hos vilda djur (Neff 1968, Bailey och Putman 1981, Komers och Brotherton 1997, Marques m fl. 2001, Rönnegard m fl. 2008). De första studierna gjordes redan på 1930-talet i Nordamerika. Under senare delen av 1900-talet har det även börjat användas för att skatta habitatutnyttjande. I Sverige används spillningsinventering i stor utsträckning för att uppskatta populationsstorleken hos klövvilt, som älg och rådjur.

Spillningsinventeringar är billiga och relativt enkla att genomföra och forskning har visat på en stark överensstämmelse mellan resultat från spillningsinventeringar och andra inventeringsmetoder (Edge och Marcum 1989, White 1992, Barnes 2001, Månsson m fl. 2011). Flyginventeringar kan som en jämförelse ses som ett fotografi över djurpopulationen i ett område och ge ett mått på hur mycket djur som fanns i ett område under den korta tid som inventeringen ägde rum. Vid flyginventering är det också viktigt att genomföra påföljande inventeringar i området under samma förhållanden som gällde under första inventeringstillfället. Fördelen med spillningsinventering på ren är att det ger ett generellt mått på hur hela hjorden varit fördelad över inventeringsområdet under inventeringsperioden till en relativt låg kostnad jämfört med t.ex. djur utrustade med GPS-halsband. Nackdelen är att man inte kan se på individuella skillnader i beteende eller på skillnader i markanvändning under kortare perioder. För att en spillningsinventering ska få relevans till hur området används i förhållande till en hel samebyns renhjord kan det vara bra att relatera resultaten till rentätheten i området

Det finns en mängd olika metoder för att inventera spillning. Det är därför viktigt att i förväg skaffa sig kunskap och läsa in sig på vilken metod som är bäst lämpad för det område som ska inventeras för att få ut bästa möjliga resultat utav inventeringen. Här kommer vi att beskriva provyteinventering och ”Distance Sampling”. Det finns ett antal tidigare rapporter och böcker (Cederlund och Liberg 1995, Kindberg m fl. 2004, Broman 2007) utgivna av Jägareförbundet som beskriver spillningsinventering i provytor och en rapport av Hörnell-Willebrand (2007) som beskriver spillningsinventering med metoden Distance Sampling. Skarin och Danell (2008) kom även med en metodbeskrivning för hur man kan värdera renbetesmark i fjällområdet bland annat med hjälp av spillningsinventering, i den rapporten finns även beskrivet hur man kan använda täthet av spillning för att se på viktiga habitat för renen.

Innehållet i den här rapporten är främst riktat till vindkraftprojektörer inom renskötselområdet som behöver klarlägga hur en utbyggnad påverkar renarnas användning av betesområdet i och omkring en vindkraftpark. Till exempel kan den här metodiken användas som en del i ett kontrollprogram för rennäringen vid en vindkraftsetablering. Syftet är att beskriva metodiken för spillningsinventering på ren, där man vill studera hur renens val av betesområde påverkas av en utbyggnad. Den här metodiken kan naturligtvis



användas vid andra typer av exploateringar där man är osäker på utgången för hur stor påverkan det har på renarnas möjlighet att använda det ursprungliga betesområdet.

Vi kommer delvis att återge vad som redan är skrivet i tidigare rapporter om spillningsinventering (se ovan) med modifikation för hur detta kan appliceras på ren. Vi beskriver också hur man kan analysera spillningsinventeringsdata. I slutet av rapporten finns en fördjupad del där vi beskriver specifikt hur man statistiskt kan analysera spillningsdata från provyteinventering och mer generellt hur man kan behandla data från Distance-inventering. Fördjupningsdelen bygger på att man har grundläggande kunskaper i statistik. Ungefärlig tidsåtgång för att genomföra en spillningsinventering i fält med de två olika metoderna finns beskrivet i avsnittet om Arbetstidsåtgång. Vi har däremot inte gjort någon tidsuppskattning på analysen av de data som man samlar in eftersom det beror på hur stora förkunskaper man har i statistik och databehandling och vad man är ute efter för typ av rapport. Men att statistiskt relatera tätheten av renspillning till de olika habitatvariabler och den infrastruktur som finns i området kan ses som ett minimum av dataanalys för att det ska vara värt att göra en inventering.

# Habitatval

För att få en inblick i hur man inom ekologin brukar studera val av betesområde hos stora herbivorer följer här en kortfattad översikt av hierarkisk betesteori. Habitat är latin och betyder bebo och definieras som platsen där en organism lever. Det finns många olika angreppssätt eller teorier för att studera hur ett djur väljer habitat eller betesområde och söker föda (resource selection, resource utilisation; Manly m fl. 2002). Ett vanligt sätt att studera hur djur uppfattar sin omgivning och därmed också hur den reagerar på olika typer av ingrepp och förändringar i miljön är att dela in djurens aktivitet i olika skalor, vilket brukar benämnas hierarkiskt födosök.

Hierarkiskt habitatval som teori presenterades av Senft m fl. (1987) och innebär att djur väljer för och emot olika faktorer beroende på den rumsliga skalan. Mängden bete kan t.ex. spela stor roll för en växtätares habitatval på en stor skala medan kvalitén på betet kan ha större betydelse på en mindre skala. Teorin baseras på att växtätares olika val av betesområde delas in i olika skalor.

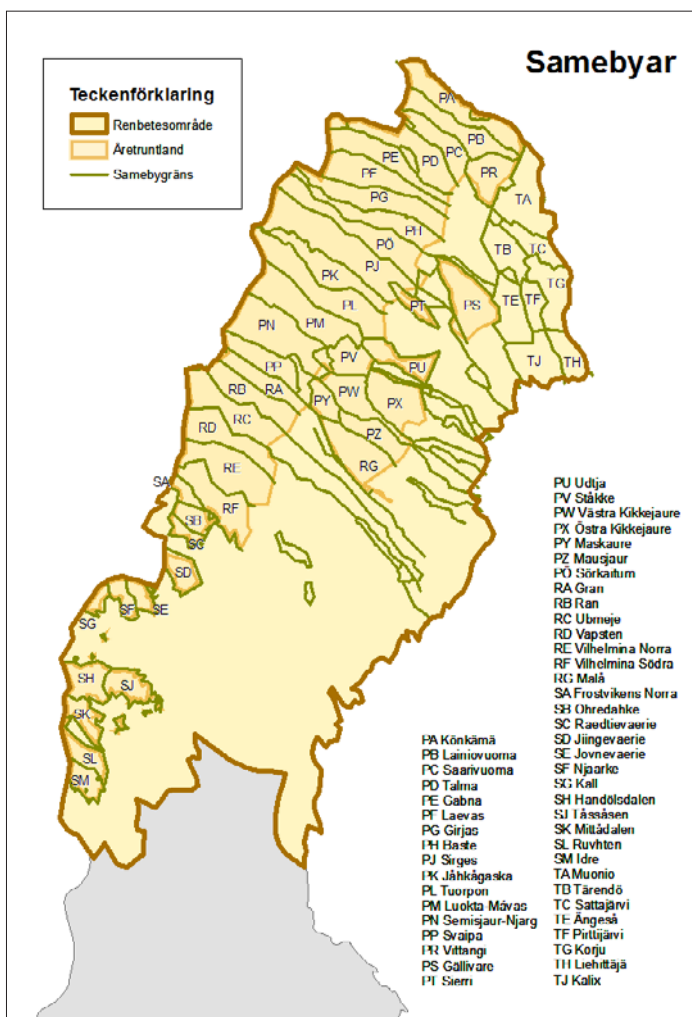
Indelningen av en växtätares hierarkiska habitatval kan beskrivas som att djuret först väljer region, vilket sker några gånger per år, till exempel valet mellan olika säsonsområden. I renskötseln är det oftast renskötarna i samspel med renarnas rörelsemönster och väderlek som bestämmer när de flyttar mellan olika säsonsområden (se även faktaruta om renskötsel). Därefter väljer den vilket typ av landskap inom regionen som den ska beta i, till exempel i dalgången eller högre upp i terrängen. Detta val sker betydligt oftare kanske flera gånger per vecka eller dygn. Vidare väljer den vilka växtregioner eller vegetationstyper som är mest attraktiva inom det valda landskapet och sedan vilken växtgrupp eller växt den vill äta, vilket sker hundratals gånger per dag (Senft m fl. 1987). Till sist väljer djuret vilken del av plantan som den faktiskt tar en tugga av och äter upp, något som kan ske hundra eller tusentals gånger per timme.

Inom de olika skalorna påverkas djuren av olika saker i valet av område (Senft m fl. 1987). När man studerar hur djur påverkas av mänskliga aktiviteter har man tidigare konstaterat att det är viktigt att studera hur djuren påverkas på olika skalor både lokalt och regionalt (Vistnes och Nellemann 2008). När man studerar effekten av mänskliga aktiviteter och ingrepp i naturen är det också viktigt att man vet hur hela populationen påverkas, det finns alltid individer som är mer lättstörda än andra och tvärtom individer som inte störs alls eller väldigt lite av mänskliga aktiviteter. Det är därför viktigt att man får en bild av hur hela populationen påverkas av en störning. Med spillningsinventering kan man få en god bild av hur djuren väljer betesområden på populationsnivå och både på den lokala skalan som den regionala skalan. Genom att göra inventeringar både *före* och *efter* ett ingrepp i naturen kan man få en relativt god uppfattning om hur djuren förhåller sig till förändringen i landskapet. Däremot kan man inte se hur djuren har rört sig i landskapet och hur enskilda individer påverkas, detta kan man bättre studera med hjälp av renar utrustade med GPS-halsband.

### Renens användning av betesområdet

För att få en förståelse av hur renen använder betesmarken är det också viktigt att ha insyn i hur rennäringen använder betesmarkerna *i både tid och rum*. Samebyarnas markanvändning finns bland annat beskrivet på sametingets hemsida i form av markanvändningskartor ([www.sametinget.se](http://www.sametinget.se), se även figur 1), många samebyar upprättar också s.k. renbruksplaner som ger en djupare beskrivning av de olika säsonsområdena. Renbruksplanen för en sameby är något som varje sameby handhar och administrerar. Innan du gör en spillningsinventering av ren i en sameby resonera med samebyn om upplägget av själva inventeringen, så att inte viktiga områden förbises, det kan till exempel vara trivselland som ligger i direkt anslutning till ett utbyggnadsområde. Man bör också ha i åtanke att renskötseln använder betesområdet olika från år till år och att användningen av ett område under ett år kan ha påverkats av faktorer som ligger långt bort från själva utbyggnadsområdet.

För att få en bra överblick av hur rennäringen fungerar och för att få rekommendationer om hur man arbetar med vindkraftprojekt inom en sameby, hänvisar vi till VindRens material (<http://www.svenskvindenergi.org/?p=10&sp=42>). VindRen är ett resultat av ett samarbetsprojekt mellan rennäringens och vindkraftens branschorganisationer, Svenska Samernas Riksförbund (SSR) och Svensk Vindenergi och genomfördes mellan åren 2008 och 2010.



Figur 1. Renskötselområdet i Sverige

# Provyteinventering

Ett sätt att få information om en djurpopulation är att räkna alla individer eller all spillning i ett område. Nackdelen med detta är att det är mycket kostsamt och opraktiskt, därför väljer man ofta, att ta ut mindre provytor eller punkter (stickprov). I dessa räknar man allt man hittar för att sedan approximera över hela den stora yta man är intresserad av. Provyteinventering kan utföras på många olika sätt med slumpvis eller systematisk utläggning av punkter, här beskrivs några olika varianter av systematisk provyteinventering (för fler exempel se (Kindberg m fl. 2004). Vanligtvis brukar spillningstätheten sedan användas för att skatta populationsstorleken i området genom att man vet hur många spillningshögar per dygn som djuren avger och under hur lång tid högarna ackumulerats. Men detta är inte nödvändigt om man vill se på hur djuren använder ett område i relation till omgivningen och hur det förändras, då räcker det med en relativ jämförelse mellan år av var någonstans spillningshögarna befinner sig.

Generellt rekommenderar vi att man rensar ytorna för att kunna få jämförbara resultat mellan olika år och vegetationstyper (Skarin och Rönnegård 2011). Det tar längre tid att rensa ytorna första gången man inventerar men vid de efterföljande inventeringarna har det oftast inte tillkommit så mycket spillning att det kräver så mycket mer tid än att bara räkna. Nackdelen med att inte rensa är att det kan vara svårt att säga något om mängden spillning i en provyta beror på att renen faktiskt har använt området oftare eller om nedbrytningen av spillning tar längre tid. Man kan naturligtvis nöja sig med att jämföra provytor inom samma vegetationstyp, men det är en relativt liten insats att rensa ytorna för att få en mer informativ jämförelse, mellan olika områden. Se vidare i avsnittet om ”Anvisning för avsökning av provyta” för tidsåtgång vid inventering och även i avsnittet ”Nedbrytningshastighet” om varför man bör rensa ytorna.

## Grundläggande förutsättningar för provyteinventering

För att kunna skatta antalet djur inom ett område behöver man:

- 1) känna till hur många spillningshögar som produceras per djur och dygn,
- 2) veta hur lång tidsrymd som täcks in av inventeringen, samt
- 3) utforma inventeringen så att provytornas antal, storlek och utläggning blir representativt för området (Longhurst & Connelly 1982). Vidare måste själva inventeringen vara utformad så att
- 4) all spillning i provytorna hittas, eller att noggrannheten inte varierar över inventeringstiden eller beroende på mark- eller vegetationstyp. När syftet är att mäta användningen av olika områden i relativa termer, som fallet är här, är det första kravet inte lika viktigt, medan de två sistnämnda kraven måste vara uppfyllda och det är också oftast viktigt att ha en uppfattning om tidsrymden som inventeringen representerar.
- 5) ta reda på om andra djur med liknande spillning finns i området.

## Anvisning för utläggning av provytor

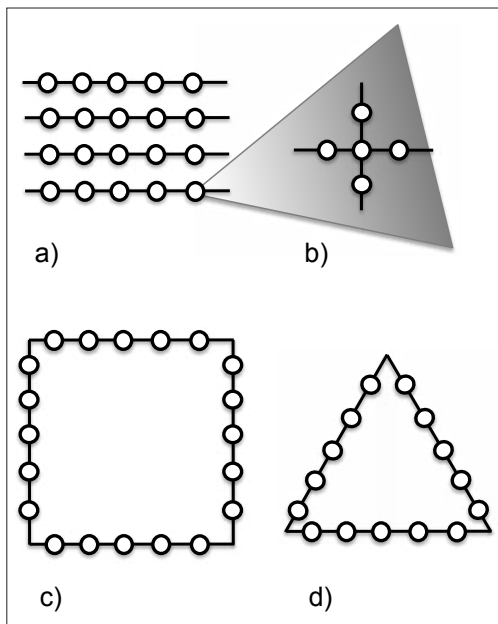
För att skatta habitatval i relation till olika typer av ingrepp som vindkraft-utbyggnader är det ibland nödvändigt att skatta habitatvalet i relation till de olika skalnivåer som ett djur gör sina betesval på för att se hur renen förhåller sig till utbyggnadsområdet både regionalt och lokalt. Då kan det vara bra med intensivområden där man har tätare inventering och ett större område med glesare inventering. För att täcka in ett relevant område på den regionala nivån bör man samråda med samebyn, eftersom de vet i vilka områden som renarna rör sig i när de vistas i närheten av det aktuella utbyggnadsområdet. För att få en uppfattning om renarna omfördelat sin användning av området på en regional nivå bör man täcka in ett område som är *minst* 10 km från vindkraftverken (Vistnes och Nellemann 2008), inte nödvändigtvis i alla väderstreck men åt de håll som det är relevant med avseende på samebyns geografiska utsträckning.

Enligt Broman (2007) är antalet provytor inte direkt relaterat till hur stort ett område är utan beror på hur stor skillnad i uppskattningen av populations-tätheten som man vill upptäcka. Broman (2007) menar att en inventering med 500–1000 provytor ger oftast en möjlighet att upptäcka skillnader i medeltäthet större än 30 % i ett område som är mellan 100 km<sup>2</sup> och 1600 km<sup>2</sup>. Man bör aldrig ha mindre än 300 provytor i ett område (Broman 2007). Vid skattning av habitatval har också avståndet mellan ytorna och storleken på området betydelse för att kunna säga något om markanvändningen på lokal eller regional skala. Om ytorna ligger för nära varandra kan de bli rumsligt beroende av varandra men det kan man å andra sidan korrigera för i habitatmodellen som man sedan använder för att skatta habitatvalet (se vidare i avsnittet om Skattning av habitatval). Det är inte heller relevant att mäta habitatvalet på varje liten fläck när man ser på markanvändningen större i områden eftersom valet av område på regional skala kan bero på större rumsliga mönster som topografi och inte alltid på hur vegetationen är sammansatt.

För ren har cirkelformade provytor á 15 m<sup>2</sup> oftast använts (när man inventerar älg använder man ofta 100 m<sup>2</sup> (Kindberg m fl. 2004), och för rådjur används oftast 10 m<sup>2</sup> (Cederlund och Liberg 1995)). Provytorna läggs ut längs linjer i nord-sydlig eller öst-västlig riktning, eller annan lämplig riktning beroende på terrängen och områdets topografi. Det är viktigt att inte vissa terrängstrukturer blir överrepresenterade i utläggningen av provytorna, t.ex. om många linjer hamnar nere i dalgångar så är det bättre att placera ut linjerna tvärs över dalgångarna, dvs. vinkelrät mot rådande landskapsstruktur.

Beroende på områdets storlek och vilken skala (lokal eller regional) man vill studera anpassas avståndet mellan linjerna och punkterna (se figur 2). Avståndet mellan linjerna och punkterna på linjen kan variera med storleken på det område man inventerar, allt från 100 m till 4 km mellan linjerna och 100 m till 1 km mellan punkterna. Det viktiga är att man får en jämn spridning av punkterna och att olika miljöfaktorer är representerade. För att effektivisera kan man också utesluta mycket blöta myrmarker redan i utläggningen av provytorna, eftersom det ofta är svårt att komma ut på dessa marker och

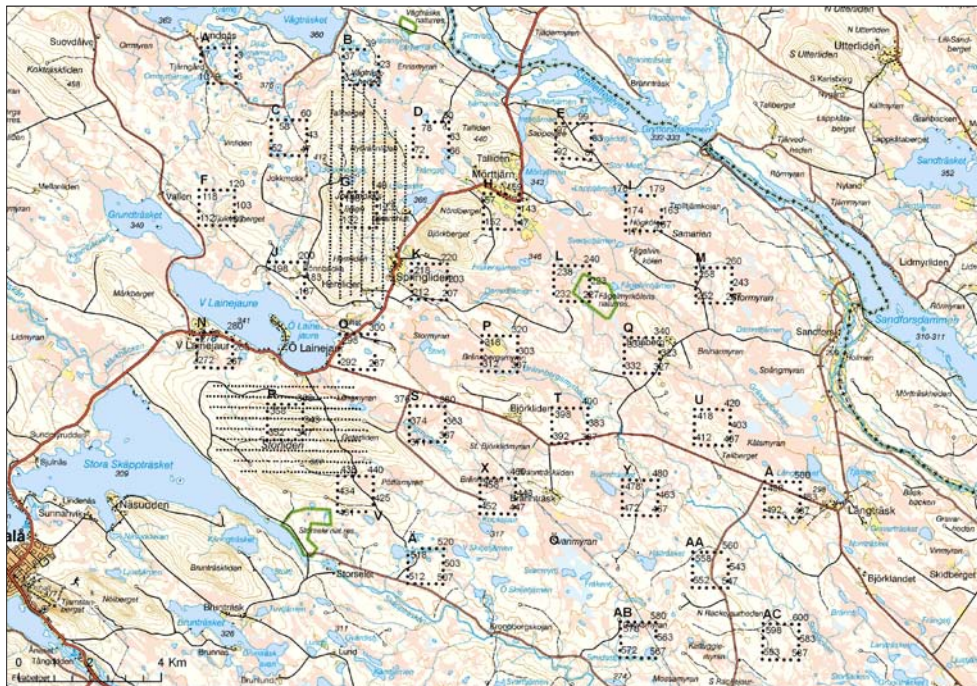




Figur 2. Exempel på olika typer av utläggning av provytor. a) Provytorna ligger längs linjer på en transekt som löper i öst-västlig eller nord-sydlig riktning, b) om ytorna ligger långt ifrån varandra (>1 km) kan man överväga att inventera flera små ytor vid varje inventeringspunkt för att täcka in ett större inventeringsområde. c) och d) är s.k. trakter och är också lämpliga att använda om man behöver täcka in stora områden vid inventeringen.

spillningen ändå bryts ner fort här, vilket gör det svårt att säga något om habitatvalet på blöta områden. Det får inte heller ta för lång tid att transportera sig mellan punkterna för då kan inventeringen bli för dyr i förhållande till hur mycket data man samlar in. Det är önskvärt att två närliggande linjer så långt som möjligt kan ”knytas ihop” så att man kan gå den ena linjen ut och den andra tillbaka.

Om det är ett stort område kan det vara bättre att använda sig av trakter eller kvadrater (1x1 km ganska vanlig storlek) eller trianglar (med sidan 1 km) som man sprider ut systematiskt över studieområdet (figur 3). Provytorna läggs sedan ut längs sidorna på kvadraten eller triangeln, om en trakt har en sida på 1 km brukar 200 m mellan provytorna vara lagom.



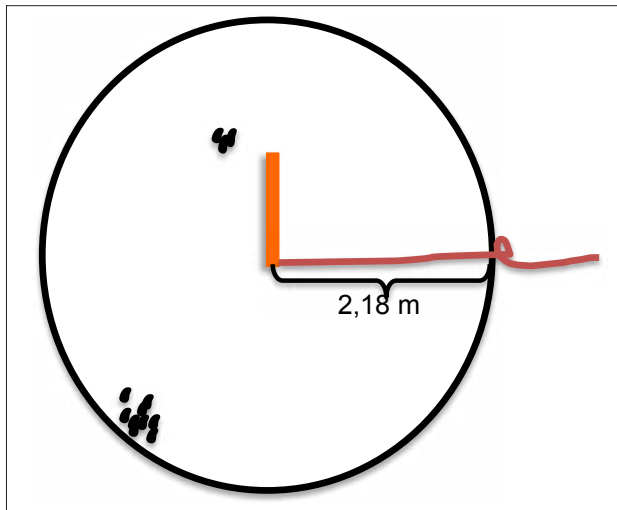
Figur 3. Exempel på utläggning av spillningsytor i Malå sameby. Här är både transektmetodiken och traktmetodiken tillämpad. © Lantmäteriet, ärende nr I 2010/0345.

## Anvisning för uppsökandet av provyta

Lägg in alla provytor som du ska inventera i en vanlig handburen GPS. Använd en funktion för att gå till en sparad position. Vid ankomsten till en provyta, (när det är 0 m kvar enligt GPS:en) stannar du upp något för att GPS:en ska få ställa in sig, korrigera din position om det behövs. Notera numret på provytan i protokollet. Därefter sätter du ner en pinne vid framkanten på din högra sko. Pinnen markerar provytans centrum. Här är det av yttersta vikt att placeringen av provytan sker objektivt. Man får *inte* sätta ner pinnen godtyckligt för att det är lättare att inventera t.ex. bredvid granen istället för mitt under granen eller närmare en spillningshög som ligger alldeles i kanten av provytan. Provytans mitt ska placeras där inventerarens högra sko är när GPS:en visar på noll meter kvar till positionen. Om det är svårt att se pinnen efter att man satt dit den skriver man en notering som hjälp när man ska hitta igen pinnen året därpå, man kan också märka ut provytan med en snitsel på ett träd eller buske i närheten om vegetationen är tät och svår att hitta i. Placera sedan GPS:en vid pinnen under tiden som du inventerar ytan så att den får ställa in sig och notera den nya positionen i protokollet när du inventerat färdigt. Hamnar provytan på en plats som du av någon anledning inte kan söka av eller där spillningar inte kan ansamlas t.ex. en permanent vattensamling, ett ej forcerbart kärr, en väg, växande gröda, privat trädgård eller liknande så notera ”*ej inv.*” i protokollet och varför det ej gick att inventera. Ett alternativ kan också vara att bestämma i förväg att varje gång man inte kan inventera en yta så går man 50 meter till höger (eller liknande) och provar att sätta ut en ny provyta där, då förlorar man inte lika många provytor. Om du bara ska inventera en gång tar du med dig pinnen när du inventerat klart.

## Anvisning för avsökning av provyta

Mät upp provytans radie med snöret (2,18 m), läs av provytan två varv ett med- och ett motsols (se figur 4). Räkna all renspillning du ser inom den uppmätta radien, notera om det är en klumpad spillning (sommarskit) eller om den består av enskilda pelletars eller kulor (vinterskit). Om det är spridda pelletar över ytan uppskatta antalet pellets till närmsta tiotal. Om en spillningshög ligger på gränsen till provytan räknas den in om mer än hälften av spillningen är innanför ytan – mät med snöret för att bedöma om den är inne eller ute. Om högen till största delen ligger utanför ytan uppskatta antalet pellets som ligger innanför ytan. Notera också om du hittar spillning från andra arter, här behöver du inte räkna antalet utan bara skriva älg, rådjur, skogsfågel, räv etc. Om man inventerar i ett område där man vet att det finns rådjur bör man vara uppmärksam på det så att man inte blandar ihop rådjur och renspillning. När du räknat all spillning rensar du ytan genom att mosa spillningen eller kasta iväg spillningen en bit om man tänkt inventera orensade ytor året därpå. Tidsåtgång för att inventera en provyta brukar vara mellan 3–5 min, det tar något längre tid om man har många spillningar att rensa bort från ytan (se även avsnittet om ”Arbetstidsåtgång”).



Figur 4. Illustration av en provyta vid punktinventering, den orange pinnen markerar mitten på den 15 m<sup>2</sup> stora provytan och radien mäts med ett snöre som är 2,18 m.

Bedöm vilken vegetationstyp som provytan befinner sig i. Vi har utgått från lantmäteriets vegetationsklassning vid bestämning av vegetationstyp inom provytan eller längs linjen. En pdf-fil med alla klasser finns att hämta på hemsidan ([www.slu.se/husdjur-utfodring-var/spillningsinventering](http://www.slu.se/husdjur-utfodring-var/spillningsinventering)). Om du är osäker på vilken vegetationstyp det är skriv det du tror och notera vilka växter som finns i ytan så att en bedömning kan göras i efterhand, ev. kan du fota ytan. Om det finns fler än en vegetationstyp inom ytan notera den som dominerar. Det är viktigt att göra notering om vegetationstyp för att se vilken typ av habitat som renarna föredrar.



Figur 5. Måla pinnar för att märka upp provytorna med. Foto: Birgitta Åhman



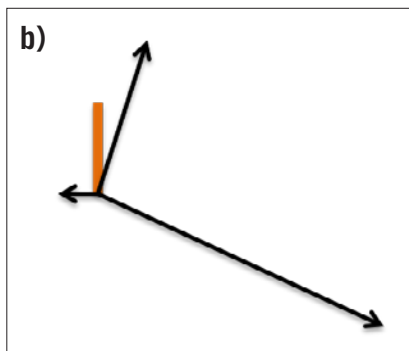
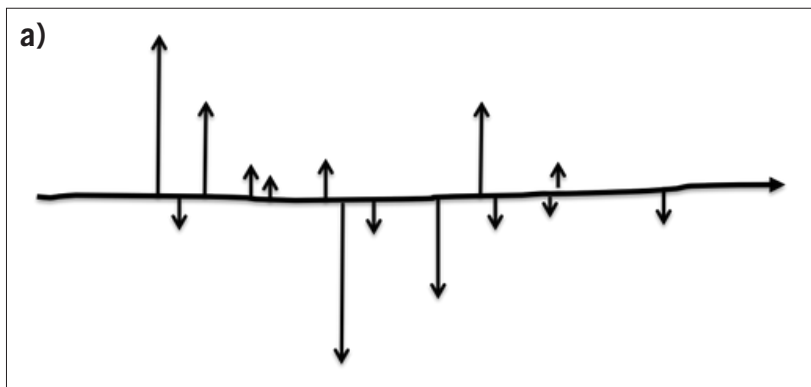
**Tänk på**

- 1) Att kontakta markägare och berörd sameby innan inventering.
- 2) Att de flesta ytor som inventeras är s.k. noll-yltor, vilket innebär det kommer inte att finnas någon spillning alls.
- 3) Att fylla i noll ("0") på de ytor som inventeras men inte har någon spillning och ett streck ("-") för de ytor som inte kan inventeras.
- 4) Att inte förskjuta provytan för att du ser spillning i närheten som kommer att hamna utanför med den korrekta placeringen.
- 5) Att de som inventerar inte blir för trötta, det kan påverka resultatet.
- 6) Att korrekturläsa protokollen efter att de skrivits in i Excel eller liknande.

Redskap som behövs till varje inventerare vid provyteinventering: karta med inventeringspunkter, GPS, kompass, skrivbräda, fältblankett i våtbeständigt papper, 2 blyertspennor (minst), 2,18 m långt snöre att mäta radien med, snitslar för att märka ut provytor som kan vara svåra att hitta, målade pinnar i trä att märka upp ytan med om den ska återinventeras.

## Distance Sampling – inventering av avstånd

Ett alternativ till provyteinventering eller stickprovstagning är avståndsinventering eller Distance Sampling som det heter på engelska (Buckland m fl. 2001). Metoden är en vidareutveckling av totalräkningar men den stora fördelen är att metoden är ytoberoende, dvs. det blir inte dyrare att inventera ett stort område jämfört med ett litet eftersom beräkningarna baseras på antal observationer. Nackdelen med nästan alla andra inventeringsmetoder är att man förutsätter att man hittar allt man söker vid inventeringen trots att detta nästan aldrig är fallet. Det innebär att man får ett osäkert inventeringsresultat och nästan alltid underskattar det man vill inventera. Med Distance Sampling-metoden så behöver man inte hitta all spillning i en yta eller utefter en inventeringslinje, så länge man hittar all spillning direkt på inventeringslinjen eller i centrum av inventeringspunkten. Med Distance Sampling gör det heller inget om det man inventerar är ojämnt fördelat i terrängen eftersom metoden kompenserar för detta. Nackdelen med Distance Sampling är att det är ganska svårt att själv räkna ut resultatet. Vi rekommenderar att man använder Distance Sampling om man vill jämföra renarnas användning av två närliggande områden, t.ex. ett utbyggnadsområde och ett kontrollområde.



Figur 6. Exempel på hur man mäter avstånd vid inventering a) längs en linje i och b) från en punkt i Distance Sampling.

Distance Sampling-metodiken bygger på att man mäter det vinkelräta avståndet från en inventeringslinje eller en inventeringspunkt, (se vidare i nästa avsnitt) till det man ska hitta vid inventeringen (se figur 6). Avstånden till det man inventerar kommer att vara olika, någon spillningshög hittar man långt från linjen och andra närmare. Fördelningen av de avstånd man samlar in används sedan till att beräkna en upptäckbarhetsfunktion. Denna är en sannolikhetsfunktion som räknar ut hur stor sannolikhet det är att hitta spillning givet ett visst avstånd från linjen eller punkten.

#### Grundläggande antaganden för Distance Sampling

Det finns fem kritiska antaganden för att Distance Sampling skall ge en korrekt uppskattning av det totala antalet spillningar:

1. Alla objekt direkt eller mycket nära inventeringslinjen eller inventeringspunkten (inte att förväxla med provyteinventeringen beskriven tidigare) hittas alltid. Detta är kritiskt eftersom sannolikhetsfunktionen beräknas utifrån de avstånd man mätt upp. Om sannolikheten att hitta det man söker inte är 100 % direkt på linjen eller punkten, kan man inte korrekt skatta sannolikheten längre bort. För att försäkra sig om att hitta all spillning direkt på linjen eller punkten bör man förflytta sig långsamt i terrängen och fokusera sitt letande nära linjen eller punkten och lägga mindre och mindre ansträngning längre bort.
2. Objekten upptäcks alltid på den plats de befann sig innan observatören upptäcker dem. Detta är inte något problem vid spillningsinventering, eftersom spillningen till skillnad från levande djur inte flyttar på sig.
3. Vinkelräta avstånd från inventeringslinjen till observationerna mäts korrekt med hög precision. Detta är viktigt och när det gäller spillningsinventering eftersom avstånden ofta är korta (> 3 meter). Enklast är att mäta till närmsta cm, eftersom man vid analysen senare kan dela in alla insamlade avstånd i intervall. Det är mycket lätt att "tappa bort" centrum på inventeringslinjen eller punkten, och en eller flera centimeters felmätning kan göra att man underskattar eller överskattar slutresultatet. För att undvika att detta händer kan man med fördel bära med sig en släplina som man drar efter sig vid linjeinventering eller en pinne som placeras i punktens mitt. Alla avstånd mäts sedan från dessa.
4. Upptäckta spillningshögar är oberoende händelser. Antagande nummer fyra förutsätter att upptäckta spillningshögar är oberoende av varandra. Detta låter enkelt, men kan i praktiken stöka till det när man lämnar inventeringslinjen eller punkten för att mäta avståndet, då är det lätt hänt att få syn på ännu en eller flera spillningshögar. Dessa skall INTE vara med som observationer eftersom dessa inte utgick från centrum av inventeringslinjen eller inventeringspunkten.
5. Inventeringslinjerna eller inventeringspunkterna är placerade slumpmässigt med avseende på var spillningen är. Detta uppnås t.ex om att man lägger ut inventeringslinjerna eller inventeringspunkterna jämt fördelade över området genom att slumpa ut den första punkten eller början på den första inventeringslinjen. Beroende på vad pilotstudien visade, lägger man sedan ut punkter eller linjer jämt fördelade över området så att hela området täcks givet den totala linjelängd eller antal punkter som pilotstudien visade.

Redskap som används vid inventering med Distance Sampling-metodiken är karta, kompass, GPS, släplina, markeringskäpp, måttband och fältblankett.

Sannolikhetsfunktionen innebär i korthet att man borde hitta mer spillning närmare linjen eller centrum på punkten jämfört med längre ut, trots att man under inventeringen kanske inte gör det. Endast en liten del (10–20 %) av all spillning i området behöver hittas för att man ska kunna beräkna den totala populationstätheten. En stor fördel med Distance Sampling är att det inte spelar någon roll att det kan vara lättare eller svårare att hitta det man inventerar i olika typer av habitat. Så länge man mäter de korrekta vinkelräta avstånden till alla objekt man hittar, kompenserar metoden för ojämnhet upptäckbarhet eftersom upptäckbarhetsfunktionen kommer att variera mellan områden. Upptäckbarhetsfunktionen som man anpassar till de insamlade avstånden är vad man kallar ”pooling robust”. Det innebär att den anpassar en funktion till avstånden även om det skulle vara skillnad mellan observatörerna. Genom att utbilda inventerarna i metoden minimerar man att observatör skall ha någon stor betydelse. Om det trots detta är stor skillnad mellan observatörer kan man lägga in observatör som kovariat i beräkningen (se kovariater nedan) och ta hänsyn till detta. Utifrån upptäckbarhetsfunktionen kan man sedan i programmet DISTANCE räkna ut den totala tätheten. Programmet är gratis och finns att ladda ner på <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.

#### Pilotstudie linjeinventering

För att få en uppfattning över hur långt man totalt måste gå under en skarp spillningsinventering börjar man vid pilotundersökningen inventera en eller flera linjer av längden  $L_0$  för att hitta  $n_0$  spillningshögar. När man beräknar hur långt man måste gå eller hur många punkter som måste inventeras vid den faktiska inventeringen, bestämmer man sig för vilken osäkerhet i skattningen man kan acceptera. Denna osäkerhet uttrycks som %CV (percent coefficient of variation). Ett %CV för t.ex. skattning av älg från en Distance Sampling-inventering brukar ligga runt 12–17 %. För objekt som inte förflyttar sig och är relativt jämt fördelade i terrängen kan man förvänta sig ett lägre %CV, mellan 6–11 %. Nedan ger jag två exempel på hur långt man måste gå för att få ett %CV på 7 % och ett på 12 %.

Man använder formeln: 
$$L = \left( \frac{q}{[cv_t(\hat{D})]^2} \times \frac{L_0}{n_0} \right)$$

Där  $cv_t(\hat{D})$  är det CV man kan sikta in sig på (tex 7 %), och  $q$  är en konstant som i detta sammanhang alltid kan anta värdet 3.

Om man under sin pilotstudie går 0.5 km och hittat 20 spillningshögar,  $n = 20$ , och använder ett CV på 7% (0.07) och använder  $q$ , då blir

$$L = \frac{3}{0.07^2} \times \frac{0.5}{20} = 15.31 \text{ km}$$

Om vi går totalt 15.31 km inventeringslinjer så kommer vi att hitta

$$n = L \times \frac{n_0}{L_0} = 15.31 \times \frac{20}{0.5} = 612 \text{ spillningshögar}$$

Ett CV på 7% är ganska lågt och om vi kan acceptera CV = 12% blir resultatet att vi måste gå 5.2 km. Detta är tre gånger kortare än första exemplet och om vi beslutar oss för att CV=12% är acceptabelt kan vi räkna med att hitta 208 spillningshögar.

Det finns alltså mycket tid och pengar att spara på att börja sin studie med att göra en pilotinventering. Risken är annars att man inventerar mer än vad som behövs och får en mycket dyr inventering, alternativt mindre än vad som krävs och får ett osäkert och kanske oanvändbart resultat.

#### Pilotstudie punktinventering

Även för punktinventering med distance sampling metoden finns formler för att efter en pilotinventering beräkna hur många punkter som måste inventeras vid den riktiga inventeringen. För att beräkna hur många inventeringspunkter som behövs använder man formeln:

$$k = \left( \frac{b}{(cv(\bar{D}))^2} \right) \times \left( \frac{k_0}{n_0} \right)$$

Där  $n_0$  är antal spillningshögar som hittats under pilotundersökningen i  $k_0$  inventeringspunkter. Även i denna formel finns en konstant,  $b$ , som vid pilotinventeringar har värdet 3.

Om vi även för punktinventeringarna räknar använder samma %CV som kan accepteras som i exemplet med pilotinventeringen vid linjeinventeringarna. Låt oss anta att vi under pilotinventeringen inventerar 10 punkter och i dessa hittar vi totalt 30 spillningshögar. Vi använder CV = 7% i första beräkningen och får då:

$$k = \left( \frac{3}{(0.07)^2} \right) \times \left( \frac{10}{30} \right) = 204$$

Det betyder alltså att givet ett CV på 7% och det antal spillningshögar vi hittade under pilotinventeringen i 10 ytor, måste vi vid den riktiga inventeringen inventera 204 provytor. I dessa 204 provytor kan vi då skatta hur många spillningshögar vi bör hitta genom:

$$n = \frac{30}{10} \times 204 = 612$$

Om vi kan acceptera ett CV på 12% blir antalet provytor vi måste besöka givet informationen från pilotundersökningen 69.4 (70) inventeringspunkter. I dessa kan vi antas hitta drygt 208 spillningshögar.

En annan fördel med Distance Sampling är att man inte behöver veta hur stort område man inventerar, endast hur långt man går under inventeringen eller hur många punkter som inventeras. Givet att man hittar tillräckligt många observationer så att det går att anpassa en upptäckbarhetsfunktion, spelar det ingen roll hur stor andel av all spillning man hittat. En av grundförutsättningarna är att sannolikheten att hitta ett objekt direkt på linjen alltid är 100%. Upptäckbarheten faller först långsamt för att sedan avta snabbare ju längre bort från linjen eller punkten spillningen ligger.

## Anvisning för utläggning av inventeringslinjer

Inventeringsmetoden är en typ av linjeinventering. Linjerna läggs in systematiskt slumpmässigt på en karta, jämför med utläggning av provytor längs transekt i figur 3. Så långt det är möjligt bör man lägga linjerna så att man hittar ungefär lika många högar per linje. Detta är svårt att veta på förhand, men undviks delvis om man lägger varje linje så att den passerar alla olika landtyper (t.ex. från hög till låg terräng istället för att följa höjdkurvorna). Ett enkelt sätt att försäkra sig om detta är att först bestämma hur långt det skall vara mellan linjerna, sedan slumpar man ut den första punkten där första linjen skall ligga sedan lägger man ut resterande linjer med jämna avstånd i öst-västlig eller nord-sydlig riktning. Minst 10 linjer bör läggas ut och dessa skall vara ungefär lika långa. Avståndet mellan linjerna bör vara

minst 50 meter för att undvika att samma spillningshög upptäcks från två intilliggande linjer. Det finns ingen begränsning hur långt ifrån varandra linjerna kan ligga, så länge man täcker hela området och går så långt att man får det antal observationer som pilotundersökningen visade. Utläggning av inventeringspunkter sker efter samma princip med skillnaden att man bestämmer ett avstånd mellan punkterna som ska inventeras längs linjerna. Vid linjeinventering inventeras hela linjen och vid punktinventering alla punkterna.

## Anvisning för avsökning av inventeringslinjer

Vid varje linjes början markerar man på blanketten linjenummer, tidpunkt och GPS-position. Vid linjens slut markeras GPS-position och tidpunkt, för att man ska kunna räkna ut hela linjens längd, för att sedan kunna skatta den totala populationstätheten. Om man vill navigera med kompass eller med hjälp av GPS är valfritt. Använder man kompass tar man ut en bäring och följer linjen. Använder man GPS så programmerar man in start- och stoppkoordinaterna (som redan finns definierad på blanketten – men som också ska noteras i fältblanketten om man väljer att bryta linjen tidigare) och följer sedan anvisningarna på GPS:en. Eftersom det är omöjligt att exakt följa den inritade linjen på kartan, kan man tänka på linjen som om den alltid är ”mellan benen” på den som inventerar.

Erfarenhetsmässigt vet vi att det är svårt att exakt hålla reda på linjen, speciellt när man fått syn på en hög och skall mäta det vinkelräta avståndet från linjen till högen och om terrängen är svårframkomlig som t.ex. blockterräng. Detta löser man genom att använda en släplina som man fäster i bältet (eller håller i handen) och som släpar bakom inventeraren när han går genom terrängen. När man sedan får syn på en hög, släpper man markeringslinan alldeles efter att man passerat högen, så att linan representerar linjen som man gått. Viktigt är då att följa samma riktning som man var på väg i innan man såg högen. En markeringskäpp sätts ner i marken vinkelrätt mot spillningshögen på linjen (vid markeringslinan) och måttbandet fästs i käppen för att mäta avståndet från linjen (markeringslinan) fram till spillningshögen. När man mätt klart, tar man upp linan igen, fäster den i bältet och fortsätter inventera.

Det viktigaste när man inventerar enligt Distance Sampling-metoden är att alla objekt direkt på linjen hittas! Det betyder att huvuddelen av sökandet skall koncentreras på linjen och i direkt anslutning till denna. När man inventerar spillning blir avstånden mycket korta, och ”direkt på linjen” är ett mycket litet område. Detta innebär att man måste mäta på centimetern när avståndet närmast linjen bidrar mer till att slutresultatet blir bra, än avståndet till högar man hittar långt bort. Man mäter alltid avståndet till centrum av spillningen. Detta kan vara enkelt om det är en definierad hög, och lite svårare om spillningen är utspridd över en större yta. För ren är det en fördel att registrera om spillningen man hittat är i formen av en hög eller pellets. Detta för att en hög ”sticker upp” mer än pellets i vegetationen och gör att det i vissa habitat är enklare att hitta högar. Vid analys lägger man in hög eller

pellets som kovariat (se nedan kovariater). När man inventerar älgspillning är långt bort ungefär 10 meter, medan det för ren är kortare! Du kommer alltså att hitta de flesta spillningshögar bara några centimeter från linjen. Avstånden 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 centimeter är mycket viktiga och man får inte ”höfta” eller avrunda till närmsta 5-tal eller 10-tal, då faller noggrannheten i inventeringarna mycket fort. De högar som hittas mer än tre meter från linjen bidrar lite till det slutgiltiga resultatet.

Man kan redan innan man går ut och inventerar, bestämma att alla observationer skall registreras i förutbestämda intervall, till exempel varje decimeter. Man antar då att sannolikheten att hitta spillning i första intervallet är 100 procent. Vid en spillningsinventering på ren med Distance Sampling-metoden var sannolikheten att hitta spillning 100 procent direkt på linjen, 90 procent på 10 centimeters avstånd från linjen och knappt 70 procent 20 centimeter ut från linjen. Det är alltid bättre att samla in exakta avstånd vid inventeringen då man genom att dela in i förutbestämda intervall riskerar att få en överestimering.

Även vid en Distance Sampling-inventering kan man rensa spillning mellan inventeringarna. Detta kan dock enbart praktiskt genomföras i provytor. Vid tidigare inventeringar har det visat sig att mycket få observationer görs bortom två meter, vilket är en lämplig radie att använda.

## Anvisning för avsökning av inventeringspunkt

Förväxla inte detta med provyteinventeringen beskriven tidigare. Avsökandet av inventeringspunkterna med Distance Sampling-metoden följer i stort sett samma metod som för inventering av linjerna. Den största skillnaden är att här förflyttar man sig mellan inventeringspunkterna och alla avstånd skall utgå från centrum av ytan. Det betyder att man står i centrum av ytan och observerar spillningshögar som man sedan mäter avståndet till. Tidigare i texten gick vi igenom att det räcker med att hitta så lite som 10–20 procent av all spillning som finns i området, så länge 100 procent av spillningen mitt i ytorna hittas, det vill säga på avstånd 0 centimeter. Som tidigare beskrevs är metoden ytoberoende, det vill säga givet att man får tillräckligt många observationer så spelar det ingen roll hur stor yta man inventerar. Det resultat man får är antal spillningshögar per ytenhet. Vill man veta antal högar över ett helt område, måste områdesgränserna definieras i förhand och linjerna eller punkterna representativt täcka hela ytan. Vid punktdistance-inventering är det svårt att inte passivt observera spillning när man lämnat centrum för att mäta avståndet till en redan hittad spillningshö. Man kan försöka föreställa sig att man har ett par glasögon med två långsmala tuber på som gör att man inte kan se åt sidorna. Ett annat knep är att man ”scannar” av inventeringspunkten under några minuter och antecknar vilka högar man ser från centrum. Här kan man med fördel rita en cirkel på baksidan av fältblanketten och markera ut vart högarna ligger. När man gjort denna ”scanning” börjar man mäta avstånd och högar som hittas därefter tas INTE med. En annan svårighet med punkter i stället för linjer är att ju längre man befinner sig på punkten och

spanar efter spillning, ju mer kommer man att hitta. Ett sätt att komma runt detta är att begränsa tiden man vistas i varje provyta. Erfarenhetsmässigt vet vi att man hittar en mycket stor andel av spillningen som är möjlig att hitta redan efter ett par minuter. Ett tidsintervall på 3–5 minuter i varje provyta (minus tiden det tar att mäta avstånd till spillningshögar som hittas) brukar räcka. Huvuddelen av tiden skall då koncentreras till centrum av ytan.

## Habitatvariabler

Vid linje- eller punktinventering med Distance Sampling bör man också registrera vegetationstyp för att man i efterhand ska kunna göra habitatmodeller (se det fördjupade avsnittet om Skattning av habitatval). Eftersom vi under en spillningsinventering med Distance Sampling inte vet hur stor yta vi inventerar, måste vi innan inventering sker bestämma över hur stort område habitatet skall beskrivas. Det vanligaste är att man för varje observation registrerar de habitatvariabler man är intresserad av i form av kovariater (se avsnitt nedan). Men om man är intresserad av att få ett snitt av förekomst av alla vegetationstyper (som i provyteinventering och i punktdistance-inventering) inte bara där det ligger spillning kan ett alternativ vara att bestämma innan man börjar inventeringen att habitatet beskrivs med jämna intervall, t.ex. var 100:e meter. Ett alternativ är att man registrerar varje gång man ”går in i” ett nytt habitat. Detta har dock visat sig vara lätt att glömma. Vilken metod man än använder så måste man i förväg bestämma sig för hur långt från linjen som habitatbeskrivningen skall sträcka sig, här kan vi bara ge ungefärliga rekommendationer och menar att det bör räcka om man bestämmer habitatet eller vegetationen upp till 3 meter från linjen. Vid punktinventering kan som sagt denna habitatbeskrivning göras för varje inventeringspunkt. Precis som för linjeinventering måste habitatbeskrivningen baseras på en yta som bestäms i förväg eftersom man inte vet hur stor den inventerade ytan kommer att vara förrän man har inventerat klart, även här kan det vara lämpligt med en yta på upp till 3 meter från centrum.

## Kovariater

Hittills har vi beskrivit att sannolikheten att hitta spillning beror på avståndet från inventeringslinjen eller -punkten, men fler saker än avstånd kan förklara om man hittar en spillningshög eller inte. En sådan sak kan vara markvegetationens beskaffenhet. Det är t.ex. svårare att hitta spillning i blåbärsris än på en lavhed. En sådan ytterligare förklaring brukar man kalla kovariat och kan genom att man inkluderar den vid beräkningen av upptäckbarhetsfunktionen, göra att den slutliga skattningen av populationstätheten blir säkrare.

Man kan även registrera habitatvariabler för varje observation som man sedan använder för att göra en habitatmodell. Vilken typ av habitatvariabler man vill använda bestämmer man före inventeringen.



När det gäller markvegetationens beskaffenhet så brukar man ha två nivåer på kovariaten; öppen markvegetation eller sluten markvegetation (se figur 7 och 8). Denna typ av variabler använder man för att sannolikheten att hitta spillning skiljer sig åt i tät och öppen terräng. Eftersom det tar tid att fundera vad som är öppen och vad som är sluten markvegetation brukar vi definiera detta genom att man föreställer sig en glasspinne nerkörd mitt i spillningshögen. Skulle man se glasspinnen från inventeringslinjen eller punkten är markvegetationen öppen. Skulle man inte se den är markvegetationen sluten. Enklast registreras detta på fältblanketten som 0 = öppen och 1 = sluten. Genom att ta in denna information kan man i beräkningen ta hänsyn till att både är avståndet från linjen och markvegetationens struktur som avgör om man hittar spillning eller ej. Känner man sig osäker är det lätt att ta med sig en glasspinne och testa. Ganska snart behövs den inte och bedömningen sker mer eller mindre automatiskt.

Om man vill veta vad som påverkar fördelningen av spillning på en större skalnivå, kan man från digitala kartor ta ut kovariater i efterhand. Detta kan vara höjd över havet, olika typer av storskaliga habitatvariationer (lavhed, rished, kalfjäll etc.).



Figur 7. Exempel på upptäckbarheten av spillning i moss- och ris vegetation. Foto: Anna Skarin



Figur 8. Exempel på upptäckbarheten av spillning på torr lavhed. Foto: Anna Skarin

## Arbetstidsåtgång

För att kunna bedöma om man vill genomföra en provyteinventering eller Distance Sampling har vi här försökt uppskatta tidsåtgången för respektive inventeringstyp (Tabell 1).

**Tabell 1. En jämförelse av tidsåtgång för en inventerare vid inventering mellan provyteinventering och Distance Sampling (inventering av avstånd)**

	Provyteinventering		Distance Sampling	
	linjer	trakter	linjer	punkter
Förberedelsestid	2 dag	2 dag	1 dag	1 dag
Pilotstudie	Behövs ej	Behövs ej	0,5 dag	0,5 dag
Tid för inventering				
Stor skala (300 km <sup>2</sup> )	12 dagar	12 dagar	5 dagar	4 dagar
Liten skala (25 km <sup>2</sup> )	8 dagar	Ej aktuellt	3,5 dagar	4 dagar

### Provyteinventering

För att inventera ett område om 20 km<sup>2</sup> krävs 300–400 provytor längs linjer, ett bra avstånd mellan punkterna på linjen är 100 m och avståndet mellan linjerna kan vara 300 m. Varje punkt tar mellan 3–5 minuter att inventera och gångtiden mellan punkterna beror till stor del på terrängen och på fysiken hos den som inventerar. I Vindvalsprojektet tog det 8 arbetsmandagar att inventera 20 km<sup>2</sup> (Jokkmokksliden). Ett större område på 300 km<sup>2</sup> som inventeras med trakter (där det är 20 punkter med 200 m mellanrum på varje trakt totalt 600 punkter) tar 12 arbetsmandagar. Man inventerar alltså ungefär 50 punkter per dag och person oavsett om det är provytor på linjer som ligger nära varandra eller på trakter som är utspridda över ett större område. Om man väljer att rensa ytorna så tar det lite längre tid att inventera det första året, kanske någon minut per yta, men sedan tar det obetydligt längre tid det nästkommande året. Den största tidsåtgången är trots allt transporten mellan provytorna.

### Distance Sampling

Vid Distance Sampling så har tidigare inventeringar på rens spillning visat att man klarar att inventera 1–2 km per timme beroende på terräng och på hur mycket spillning man hittar. Hur mycket spillning man hittar beror på hur fort man går och den största tidsåtgången går åt för att mäta avstånd. Eftersom det varierar så från fall till fall hur mycket man behöver inventera kan vi inte säga mer exakt men efter en pilotstudie så får man ju en bra uppskattning av hur långt man behöver inventera totalt. Distance Sampling-metoden är ytberoende, dvs. den baserar sig på hur många observationer man hittar. Vid spillningsinventeringar som gjorts tidigare har man klarat av att inventera mellan 6 till 8 km per dag. Ett område på 300 km<sup>2</sup> som ska spillningsinventeras behöver sällan linjer som går från ena sidan av området till det andra. Vid en spillningsinventering på ren hittade man i genomsnitt 10 högar per invente-

rad kilometer. 300 observationer är mer än tillräckligt och skulle då innebära en total linjelängd på 30 kilometer. Hur stor andel av spillningen man hittar spelar ingen roll, det skattar man vid analysen senare. Huvudsaken är att man får tillräckligt många observationer. Detta kan naturligtvis ta längre tid vid låga tätheter av spillning. Men, att få ihop tillräckligt antal observationer under en spillningsinventering brukar inte vara något problem. Enklaste sättet att representativt täcka området är då att lägga ut trianglar med 1 km långa sidor. I fallet med området på 300 km<sup>2</sup> skulle det räcka med 10 trianglar. Man slumpar ut startkoordinaten för trianglarna och lägger två av triangelns sidor mot höjdkurvorna. Denna inventering skulle ta fem arbetsdagar att genomföra om man inventerar två trianglar om dagen.

I exemplet med ett område på 20 km<sup>2</sup> går det inte fortare med Distance Sampling-metoden eftersom metoden baseras på antal observationer. 300 observationer är mycket och i detta exempel skulle 200 observationer räcka. Trots detta behövs 10 linjer eller 10 trianglar för att genomföra en korrekt beräkning. Hittar man 10 observationer per inventerad kilometer räcker det med 20 km inventeringslinjer. Även i detta exempel skulle en utläggning av trianglar bäst representera området då linjer lagda över hela området skulle generera för många observationer. 10 trianglar med 700 meters sida skulle då ge 210 observationer. Detta skulle representera 3,5 arbetsdagar.

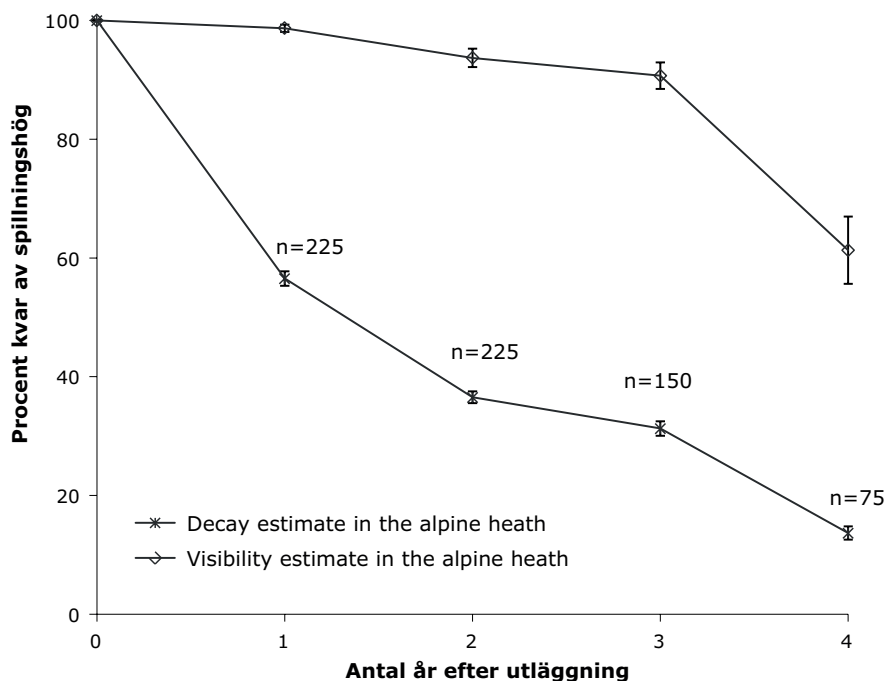
Vid punktinventering med Distance Sampling behövs inte lika många provytor som vid provyteinventering. I exemplet ovan kommer mindre än 200 punkter att behöva inventeras. Men, man bör alltid göra en pilotstudie före man börjar inventera för att skatta ett minsta antal punkter som behöver inventeras. När man vet hur många punkter som skall inventeras placerar man dessa jämt fördelade över området. Punktinventering med Distance Sampling-metoden tar ungefär lika lång tid som provyteinventeringen i exemplet ovan, dvs. 50 punkter per arbetsdag. Metoden är ytberoende och 200 punkter oavsett storlek på området skulle då ta fyra arbetsdagar.

## Något om nedbrytningshastighet

Oavsett vilken metodik man väljer för sin spillningsinventering är man beroende av att veta hur lång tid det tar för spillningen att brytas ner. Nedbrytningshastigheten är olika beroende på marktyp, årstid och djurslag. I området kring Ammarnäs genomfördes under åren 2001–2005 ett fältexperiment för att uppskatta nedbrytningshastigheten av renspillning (Skarin 2008). Under tre somrar lades totalt 382 renspillningar ut i hägn i tre olika typer av habitat (fjällhed, fjällbjörkskog och granskog). Det visade sig att nedbrytningshastigheten var långsammast på fjällheden, där spillningshögarna fortfarande var kvar efter fyra år. Den exponentiella nedbrytningshastigheten beräknades till  $-0,027$  högar/vecka om nedbrytningen antas ske under barmarkspanoden. I skogshägnen gick nedbrytningen snabbare och alla högar var borta inom två år.

Det som oftast avgör om man räknar en spillning i en inventering är om den uppfattas som en spillningshög eller inte – spillningens siktbarhet ("visibility"). I områden där spillningen torkar och ligger kvar länge är spillningen fortfarande siktbar trots att en ganska liten andel av massan i ursprungshögen är kvar (figur 9).

Vid spillningsinventeringar på kalvfjällsområdet eller områden med liknande marktyp, där syftet är att studera djurens habitatval över en längre tid rekommenderas att använda den så kallade "faecal accumulation rate"-metoden, där man inventerar orensade ytor. Det ger en generell bild av hur djuren använt området under en längre period, eftersom nedbrytningen av spillning är långsam i sådana habitat.



Figur 9. Skillnad mellan verklig nedbrytning och siktbarhet av renspillning (efter figur 1 i Skarin 2008).

Om man vill inventera ett område flera år i rad är det lämpligt att rensa ytorna från all spillning efter att man har räknat den ackumulerade spillningen och på så vis få en bättre kontroll på hur lång tid spillningen representerar bakåt i tiden. Man kan också kontrollera för vädret under de år som man samlar in data för att se om mängden spillning är beroende av väderleken under säsongen. Då kan man göra en bättre jämförelse mellan år för att se hur användningen av ett område förändras (se i vidare avsnittet om Skattning av habitatval). Detta kan vara speciellt viktigt om man studerar vinterbetesområden då mycket spillning ibland kan försvinna med snösmältningen. Relaterar man väderdata med spillningsdata kan man upptäcka om det är stora skillnader i mängden spillning beroende vädret under vintern, eller om t.ex. mängden snö i området har betydelse. Generellt anses också inventering av rensade ytor vara mer effektivt och noggrannare än att alltid räkna orensade ytor (Campbell m fl. 2004, Skarin och Rönnegård 2011). Oberoende av vilken metod man väljer för att göra spillningsinventeringen måste man på något sätt kontrollera för hur länge en spillning ligger kvar i terrängen, så att man vet längden på inventeringsperioden (Kindberg m fl. 2004).

## Tidpunkt för inventering

Tidpunkten för inventeringen är densamma oavsett vilken metod man väljer att inventera efter, det bästa är att inventera direkt efter snösmältningen och innan vegetationsperioden tar fart, efter det blir upptäckbarheten för spillningarna betydligt lägre, alternativt kan man inventera efter lövfällningen på hösten innan snön kommer. Om man är intresserad av att studera ett vinterbetesområde under flera år kan man med fördel rensa ytor under hösten för att sedan återinventera ytorna efter snösmältningen. Om det är ett sommarbetesområde som studeras är det bäst att rensa ytorna efter snösmältning och sedan återinventera på hösten efter lövfällning eller efter snösmältning året därpå. Om det gäller fjällområdet eller i områden med torra vegetationstyper, är det inte lika avgörande att inventera före eller efter vegetationsperioden eftersom växterna i regel är lägre och inte hindrar upptäckbarheten på samma sätt.

## Fördjupning – Skattning av habitatval

För att kunna säga något om den rumsliga fördelningen av spillning i ett område måste tätheten av spillning på något sätt relateras till omgivningen. Här behöver man ta hjälp av statistiska modeller. I exemplet använder vi en regressionsmodell för att göra en skattning av hur vägar, vindkraft och andra miljöfaktorer påverkar närvaron av spillning (inventerat med provytemetodiken) det vill säga renens habitatval. Detta kan vara ett sätt att utvärdera hur renarna påverkas av vindkraftutbyggnader i så kallat kontrollprogram som upprättas med avseende på rennäringen. Dessa modeller kan naturligtvis förbättras och utvecklas och detta är ett sätt att hantera dessa data.

### Habitatmodell – illustration med ett exempel

#### Ladda ner exempel

För att förklara de statistiska modellerna närmare och för att visa hur man kan använda de data man samlat in i en spillningsinventering finns exempel med instruktioner för att använda statistikprogrammet R och för att analysera spillningstäthet i förhållande till olika omvärldsfaktorer på SLU:s hemsida: [www.slu.se/husdjur-utfodring-var/spillningsinventering](http://www.slu.se/husdjur-utfodring-var/spillningsinventering). Programmet R är gratis (ett så kallat "free open source software") och kan laddas ner från [www.R-project.org](http://www.R-project.org). I exemplet använder vi grunddata som är fritt att hämta från nätet. Dessa data har dock inte alltid samma noggrannhet som till exempel licensierade grunddata från lantmäteriet. Har man tillgång till lantmäteriets geografiska data kan det naturligtvis användas för att få en större säkerhet i skattningen av modellerna. Således ser inte resultaten i exemplet på hemsidan likadana ut som det vi redovisar här i rapporten, men principen är densamma.

De data som används i exemplet gjordes enligt beskrivningen ovan för provyteinventering i studieområdet kring Storliden (figur 3) under perioderna 3–8 juni 2009 och 28 maj–1 juni 2010. Vid 2009 års inventering räknades all spillning i provytorna som sedan rensades, och vid 2010 års inventering räknades den spillning som ackumulerats i provytorna sedan 2009.

#### Statistisk metodik

Spillningstätheten för ett område kan undersökas statistiskt med hjälp av multipel regression, för att se om det finns något samband mellan spillningstäthet och olika miljöfaktorer. Vissa grundförutsättningar behöver vara uppfyllda för att vi ska kunna använda oss av en regressionsmodell när vi ser på om tätheten av spillning är beroende av olika miljöfaktorer, som till exempel avstånd till väg, vegetationstyp, höjd, slutningens väderstreck. Spillningsdata från en provyteinventering ger oss diskreta värden att arbeta med. Ett viktigt kriterium är hur frekvensen av spillning är fördelad. Vid provyteinventering är det för mesta många noll-ylor och några få ytor med riktigt mycket spillning. Det resulterar i att man får en frekvensfördelning som ligger nära en poissonfördelning eller en negativ binominalfördelning.



Om man vill använda vanlig linjär regression där man antar att responsvariabeln (det vill säga spillningstätheten) är normalfördelad måste man därför oftast omvandla eller transformera antalet spillningar till något annat för att fördelningen ska bli närmare normalfördelning. Transformeringsen ger oftast en något skev fördelning och ett alternativ till detta är att använda sig av en generaliserad linjär regression (GLM) där man antar att responsvariabeln är just poissonfördelad eller negativ binominalfördelad. I detta exempel kommer vi att anta poissonfördelning i regressionsmodellen.

Miljöfaktorerna kan variera beroende på var någonstans man inventerar men några av de viktigaste och vanligaste faktorerna är höjd över havet (m), sluttningens lutning (grader) och väderstreck, vegetationstyp (registreras vid inventeringen men finns också digitalt i form av svensk marktäckedata (SMD) eller CORINE Land Cover), kNN (beståndsortskartering av skogen; ej aktuellt i fjällområdet), avstånd till vägar (med klassning för olika vägtyper), avstånd till vindkraftverk, avstånd till kraftledningar, avstånd till rovdjur (eller någon form av skattning av rovdjurstäthet om det är möjligt att få fram för det aktuella området i relevant upplösning). För att ta fram de olika miljöfaktorerna kan man använda någon typ av GIS-programvara (ArcGIS, SAGA, R eller QGIS) där man kan sammanlänka provytans position spatialt med de olika faktorerna. Det är också viktigt att kontrollera för korrelation mellan de olika miljöfaktorerna och inte ta med två faktorer som korrelerar med varandra. T.ex. så visade det sig att avståndet till större vägar och kraftledningar var starkt korrelerade med varandra i det här exemplet varför vi valde att inte ta med större vägar.

**Tabell 2. Miljöfaktorer (50 m upplösning) inom Storlidens studieområde, som användes i poisson-regressionen**

Kontinuerliga parametrar	Omfång	Väderstreck på sluttning	%	Vegetationstyper	%
Höjd över havet	308–504 m	Platta områden	4	Lövskog	1
Sluttningens lutning	0–19 grader	Nordvästlig sluttning	13	Barrskog	42
Terrängens brutenhet	0–0,084	Nordostlig sluttning	31	Blandskog	7
Avstånd till mindre vägar	0–921 m	Sydostlig sluttning	9	Kalhyggen	7
Avstånd till kraftledningar	1241–5169 m	Sydvästlig sluttning	43	Ungskog	28
Skogålder	0–107 år			Myr	12
				Sjöar o öppna ytor	3

Här följer den modell som vi satt upp i exemplet på hemsidan, det är en Poisson GLM av antalet spillningshögar per provyta på de olika miljöfaktorerna (se tabell 2; Skarin och Rönnegård 2011):

$$\mu = E(y)$$

$$\log(\mu) = \text{Vegetation} + \text{Höjd} + \text{Väderstreck} + \text{Skogsålder} + \text{Brutenhet} \\ + \text{Sluttning} + \log(\text{Avst\_väg} + 1) + \log(\text{Avst\_kraftledn} + 1)$$

där  $y$  står för antalet spillningshögar i varje inventeringsyta, *Vegetation* är vegetationstyp i inventeringsytan, *Väderstreck* är väderstreck på sluttningen, *Höjd* är höjden över havet i meter, *Avst\_väg* är avstånd från närmaste väg i meter (här logaritmen av avståndet eftersom man kan anta att betydelsen



av vägen avtar med ökat avstånd), *Avst\_kraftledn* är avstånd från närmaste kraftledning i meter (även det logaritmen av avståndet), *Brutenhet* är terrängens brutenhet uträknad utifrån lutningen och höjden (Sappington m fl. 2007). Det finns förstås fler miljöfaktorer som kan ha betydelse för tätheten av spillning beroende på vad det är för typ av område, vilket man måste ha i beaktande vid skattningen av modellen och vid tolkningen av resultaten. Om man finner att modellen förklarar förekomsten av spillning på ett bra eller säkert sätt kan man använda den för att förutsäga användningen eller förekomsten av spillning i hela området. Man bör inte testa en modell som inte är rimlig utifrån hur en ren skulle kunna välja sitt betesområde. Modellen anpassades med hjälp av **glm** funktionen i R (genom att använda **poisson** fördelningsfunktionen). Det är inte alltid som alla miljöfaktorer förklarar förekomsten av spillning på ett bra sätt, för att välja vilka faktorer som förklarar förekomsten på bästa sätt kan man använda sig av modellurval som t.ex. Akaike informations kriterium (AIC; Burnham och Anderson 2002). I de flesta statistikprogram brukar det finnas automatiserade sätt att välja den bästa modellen med hjälp av AIC, i exemplet har vi använt oss av **stepAIC()** funktionen i R. Det kan dock vara lämpligt att även se på andra sätt att räkna ut AIC och framförallt ska man också se på rimligheten i den modell som man testat, det är inte säkert att den automatiskt valda modellen är rimlig.

Resultaten (tabell 3) från den ”bästa” modellen för Storlideninventeringen visar att renarna inom området för Storliden föredrar den sydostliga sluttningen av berget och undviker den nordvästliga sidan. De föredrar också att vistas i barrskogen, ungskogen och på kalhyggen. Det är ett positivt samband mellan avståndet till kraftledningar och antalet spillningar vilket betyder att de använder områden nära kraftledningar mindre än områden längre bort. Vi går inte närmare in på att förklara varför resultaten ser ut som de gör i denna skattning eftersom det är preliminära resultat, vi vill bara med detta exempel illustrera hur man kan analysera data. Vi kommer också att vidareutveckla

**Tabell 3. GLM koefficienter för den bästa modellen för med orensade (2009) och rensade ytor (2010) med modellurval baserat på AIC.**

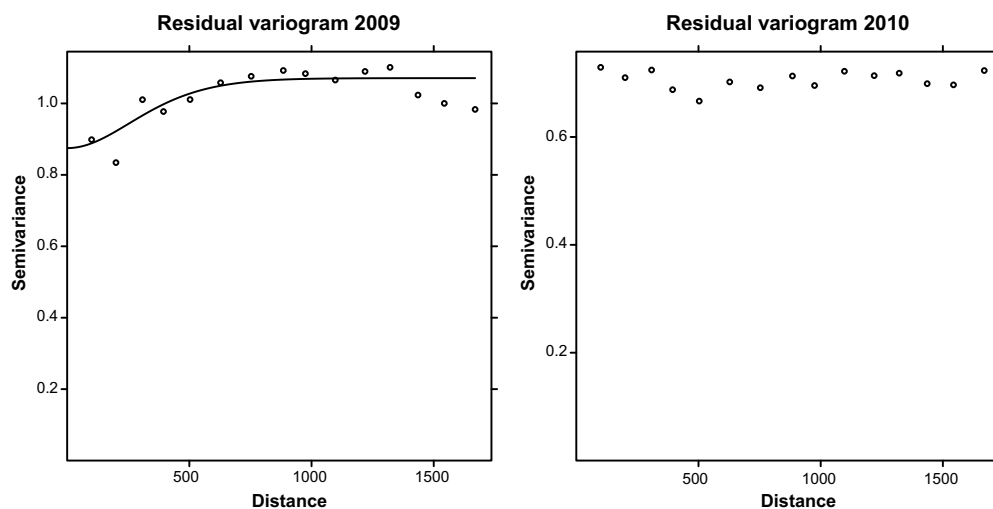
Inventeringstyp	Miljöfaktorer	Värde	SE	Pr (> z )
Orensade ytor	Intercept	-18,9166	3,7821	0,0000
	Nordvästlig sluttning	-0,4886	0,3038	0,1078
	Höjd	0,0065	0,0021	0,0017
	Avstånd till kraftledning	1,8969	0,4264	0,0000
Rensade ytor	Intercept	-10,0527	4,8375	0,0377
	Sydostlig sluttning	0,7549	0,3344	0,0240
	Höjd	-0,0073	0,0034	0,0340
	Avstånd till kraftledning	1,2218	0,5279	0,0206
	Barrskog	1,5658	0,7375	0,0337
	Ungskog	1,3730	0,7427	0,0645
	Kalhyggen	1,9895	0,7844	0,0112

våra analyser för hur vi behandlar våra data från Malå-området inom ramen för Vindvalsprojektet ”Planeringsverktyg för konsekvensbedömningar vid etablering av storskaliga vindkraftsanläggningar – effekter på tamren”. Uppgifter om utveckling och förbättringar av dessa analyssteg kommer att läggas upp på hemsidan.

### Spatial autokorrelation

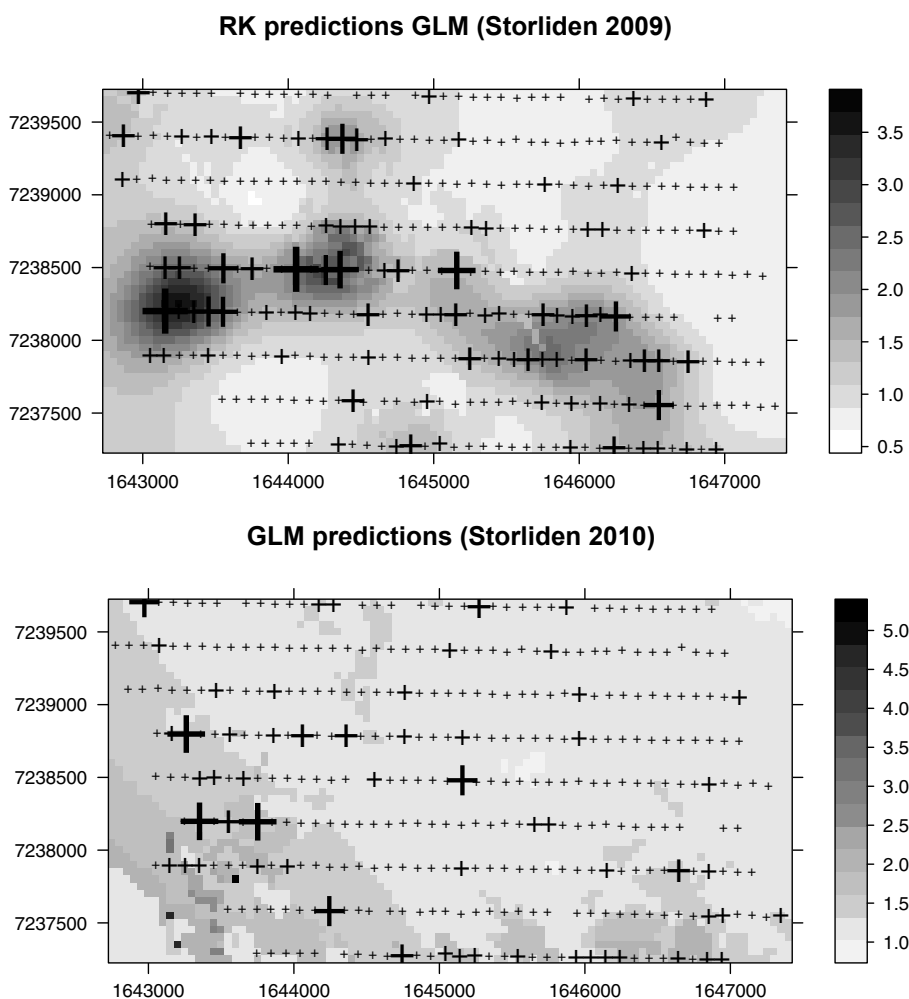
En annan faktor som man måste ta hänsyn till är huruvida inventeringsytorna är rumsligt autokorrelerade med varandra, dvs. om antalet spillningar i en yta är beroende av antalet spillningar i de intilliggande ytorna. Detta kan man testa genom att plotta skillnaden i resultat mellan ytor med avståndet mellan dem i ett så kallat semi-variogram. Om man finner att ytorna är beroende av varandra kan man ta hänsyn till detta i modellen. Ett sätt att undvika rumslig autokorrelation är att inte ha ytorna för nära varandra eller inte använda resultaten från alla ytorna men då har man ju gjort en del av inventeringen i onödan.

För att testa detta kan man plotta residualerna från regressionsmodellen i ett semivariogram. Data som används i exemplet visar att det var en rumslig korrelation mellan provytornas värden från inventeringen med orensade ytor men inte från inventeringen med rensade ytor (figur 10).



Figur 10. Semivariogram över residualerna för poisson GLM vid orensade (2009) och rensade ytor (2010).

När man har all information kan man sedan plotta kartor som visar hur fördelningen av spillning ser ut (figur 11). Därefter kan man jämföra skillnaden i resultat mellan åren för att se på hur användningen av området förändras (Pebesma m fl. 2005).



Figur 11. Interpolation av spillningshögar med a) orensade (2009) och b) rensade (2010) provtytor.

## Distance Sampling och habitatmodellering

Information insamlad från en spillningsinventering där Distance Sampling-metoden använts kan användas för att skatta habitatval som nämnt ovan men även på flera andra sätt. Dels kan man göra som beskrivet ovan för provtyteinventering genom att man delar upp linjen i smådelar för att få fler enskilda observationer än bara antalet linjer, eller om man använt punktinventeringsmetodiken utgå från punkten men man kan även använda andra modeller. Är man bekant med statistikprogrammet R finns ett bibliotek som heter ”**unmarked**” som kan användas för habitatmodellering av Distance Sampling-data insamlad från en linjeinventering (Chandler 2010).

I boken ”Advanced Distance Sampling” (Buckland m fl. 2004), står beskrivet fler sätt att använda Distance Sampling-data för habitatmodellering. Under senare tid har flera artiklar publicerats i ämnet varav (Johnson m fl. 2010) beskriver ett sofistikerat sätt att använda Distance Sampling-data där man tar hänsyn till sannolikheten för att upptäcka en spillning i habitatmodellen vilket ger en säkrare skattning.



FÄLTBLANKETT DISTANCE SAMPLING SPILLNING

Inventerarens namn:.....  
 Område:..... Datum:.....  
 Linje nummer:.....  
 Start tid:..... Start koordinat:.....  
 Stopp tid:..... Stopp koordinat:.....  
 Väder:..... Temperatur:.....

Obs. nummer	Vinkelrätta avståndet	Art <sup>1</sup>	Osäker ålder	Ägoslag <sup>2</sup> 0-5 meter	Vegetationsklass <sup>3</sup> 0-5 meter	Bestånds ålder <sup>4</sup> 0-5 meter	Ägoslag <sup>2</sup> 5-20 meter	Vegetationsklass <sup>3</sup> 5-20 meter	Bestånds ålder <sup>4</sup> 5-20 meter

<sup>1</sup> 1=allg, 2=kronhört, 3=övrigt mer än 45 kulor, 4=övrig mindre än 45 kulor  
<sup>2</sup> 1=Prod, skog, 2=Myr, 3=Berg, 4=Aker/äng, 5=Igenväxande, 6=Väg, 7=Övrigt land  
<sup>3</sup> 1=Ört, 2=Gräs, 3=Mark u fällskikt, 4=Starr/fräken, 5=Blåbär, 6=Lingon, 7=Kräkbär/Jung/fattgris, 8=Lav  
<sup>4</sup> 1=0-20 år, 2=21-60 år, 3=61-120 år, 4= 121+

Figur b. Exempel på en fältblankett för Distance Sampling. Original finns att ladda ner från hemsidan [www.slu.se/husdjur-utfodring-var/d/spillningsinventering](http://www.slu.se/husdjur-utfodring-var/d/spillningsinventering).

## Referenser

- Bailey, R. E. och R. J. Putman. 1981. Estimation of fallow deer (dama-dama) populations from fecal accumulation. *Journal of Applied Ecology* 18:697-702.
- Barnes, R. F. W. 2001. How reliable are dung counts for estimating elephant numbers? *African Journal of Ecology* 39:1-9.
- Broman, E. 2007. Spillningsinventering av älg och annat klövvilt: Principer för utläggning av provytor. Svenska Jägareförbundet.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, och L. Thomas. 2004. *Advanced Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- Campbell, D., G. M. Swanson, och J. Sales. 2004. Comparing the precision and cost-effectiveness of faecal pellet group count methods. *Journal of Applied Ecology* 41:1185-1196.
- Cederlund, G. och O. Liberg. 1995. Rådjuret – viltet, ekologin och jakten.
- Chandler, R. 2010. Distance Sampling analysis in unmarked. 1-8.
- Edge, W. D. och C. L. Marcum. 1989. Determining elk distribution with pellet-group och telemetry techniques. *Journal of Wildlife Management* 53:621-624.
- Hörnell-Willebrand, M. 2007. Fältinstruktion för Distance Sampling metod för spillningsinventering. Institutionen för vilt, fisk och miljö, Umeå.
- Johnson, D. S., J. L. Laake, och J. M. Ver Hoef. 2010. A model-based approach for making ecological inference from Distance Sampling data. *Biometrics* 66:310-318.
- Kindberg, J., R. Bergström, och I.-L. Persson. 2004. Spillningsinventering av klövvilt. Svenska Jägareförbundet.
- Komers, P. E. och P. N. M. Brotherton. 1997. Dung pellets used to identify the distribution och density of dik-dik. *African Journal of Ecology* 35:124-132.
- Manly, B. F. J., L. L. McDonald, T. L. McDonald, och W. P. Erickson. 2002. *Resource selection by animals*. 2nd edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Månsson, J., H. Andrén, och H. Sand. 2011. Can pellet counts be used to accurately describe winter habitat selection by moose alces alces? *European Journal of Wildlife Research*:1-7.
- Marques, F. F. C., S. T. Buckland, D. Goffin, C. E. Dixon, D. L. Borchers, B. A. Mayle, och A. J. Peace. 2001. Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: Sika deer in southern scotland. *Journal of Applied Ecology* 38:349-363.

- Neff, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, och distribution: A review. *Journal of Wildlife Management* 32:597-614.
- Ronnegard, L., H. Sand, H. Andren, J. Mansson, och A. Pehrson. 2008. Evaluation of four methods used to estimate population density of moose alces alces. *Wildlife Biology* 14:358-371.
- Sappington, J. M., K. M. Longshore, och D. B. Thompson. 2007. Quantifying landscape ruggedness for animal habitat analysis: A case study using bighorn sheep in the mojave desert. *Journal of Wildlife Management* 71:1419-1426.
- Senft, R. L., M. B. Coughenour, D. W. Bailey, L. R. Rittenhouse, O. E. Sala, och D. M. Swift. 1987. Large herbivore foraging och ecological hierarchies. *BioScience* 37:789-799.
- Skarin, A. 2008. Decay rate of reindeer pellet-groups. *Rangifer* 28:47-52.
- Skarin, A. och Ö. Danell. 2008. Värderingsmetod för renbetesmark i fjällen. Antal sidor 25. Enheten för renskötsel, Uppsala.
- Vistnes, I. och C. Nellemann. 2008. The matter of spatial och temporal scales: A review of reindeer och caribou response to human activity. *Polar Biology* 31:399-407.
- White, G. C. 1992. Do pellet counts index white-tailed deer numbers och population-change – a comment. *Journal of Wildlife Management* 56:611-612.

# Spillningsinventering

RAPPORT 6459

En metodbeskrivning av datainsamling och analys för att studera renens habitatval i relation till vindkraftutbyggnader

ANNA SKARIN OCH MARIA HÖRNELL-WILLEBRAND

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6459-4  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Den här rapporten beskriver metodik för att undersöka hur tamrenen påverkas vid anläggningen av vindkraft. Det finns ett stort intresse för att bygga ut vindkraften i nordliga delarna av Sverige. Samtidigt saknas kunskap om hur vindkraftverken påverkar den omkringliggande miljön. En stor del av ytan ingår i renskötselområdet som är tamrenens naturliga utbredningsområde.

Hur påverkas renen vid anläggning av vindkraftverk i dess närhet? Den här rapporten ger oss verktyg för att undersöka om renarnas markanvändning ändras i och med att det byggs vindkraftverk på deras betesmarker. I rapporten beskrivs två olika metoder för spillningsinventering samt metodik för att analysera dessa data som forskare vid SLU har utarbetat. Den här metodiken gör det möjligt att beräkna förekomst och förändring av renarnas markanvändning i ett område.

Kunskapen är användbar för exempelvis projektörer och handläggare på myndigheter i samband med planering av vindkraft i renskötselområdet och i samrådsförandet med samebyarna.

**Kunskapsprogrammet Vindval** samlar in, bygger upp och sprider fakta om vindkraftens påverkan på den marina miljön, på växter, djur, människor och landskap samt om människors upplevelser av vindkraftanläggningar. Vindval erbjuder medel till forskning inklusive kunskapssammanställningar, synteser kring effekter och upplevelser av vindkraft. Vindval styrs av en programkommitté med representanter från Boverket, Energimyndigheten, länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet och vindkraftbranschen.

