

# Undersökningstyp

(Manual för undersökning)

## Inventering av skyddsvärda träd i kulturlandskapet

Version 3:0, 2021 -10-12

Programområde: Landskap  
Handledning för miljöövervakning



## Innehåll

Bakgrund och syfte med undersökningstypen .....	4
Samordning .....	4
Strategi .....	4
Statistiska aspekter .....	5
Plats/stationsval .....	6
Mätprogram.....	6
Variabler .....	6
Frekvens och tidpunkter.....	8
Observations/provtagningsmetodik .....	8
Fältprotokoll .....	9
Bakgrundsinformation .....	9
Kvalitetssäkring .....	9
Databehandling, datavärd .....	9
Rapportering, utvärdering .....	10
Tids- och kostnadsuppskattning.....	10
Övrigt.....	10
Författare och kontaktpersoner .....	11
Referenser .....	12
Uppdateringar, versionshantering .....	12
<b>Bilaga 1. Metodbeskrivning: Inventering av skyddsvärda träd .....</b>	<b>13</b>
Bilaga 2. Design inklusive formelsamling.....	26
Förslag till design för skattningar rörande skyddsvärda träd.....	26
Utförda analyser.....	31
Utlottningar.....	34
Skattningar.....	36
Grunddesign med formler .....	37
Härledning av variansformler .....	3
Appendix 1 .....	12
Appendix 2.....	13

## Bakgrund och syfte med undersökningstypen

### Bakgrund

Biologisk mångfald utgörs av den mosaik av naturtyper, livsmiljöer och organismer som finns i landskapet – i odlade marker, i vattendrag och sjöar liksom i våtmarker och skogar. En stor del av den biologiska mångfalden är knuten till gamla träd i kulturlandskapet.

I själva verket är dessa träd i många avseenden nyckeln till bevarandet av en mängd hotade växter och djur. Idag hotas dessa trädmiljöer både av igenväxning, exploatering och sjukdomar. God kunskap om tillståndet i miljöer med skyddsvärda träd ökar förutsättningarna för att bevara och förstärka de natur- och kulturvärden som är kopplad till dessa miljöer. Kunskap om var värdefulla miljöer finns är ett viktigt underlag för arbetet med grön infrastruktur (GI) och den ökar också förutsättningarna för människor till ett rikt friluftsliv och en god folkhälsa. Undersökningstypen har därför stark koppling till miljömål såsom Ett rikt odlingslandskap, Levande skogar, en god bebyggd miljö och Ett rikt växt- och djurliv.

I en del regioner av landet har kunskapsinsamling avseende skyddsvärda träd redan gjorts i större eller mindre omfattning, dock med sinsemellan något skild metodik. Föreliggande undersökningstyp är framtagen dels genom en översyn och sammanvägning av använda metoder (Ref. 1-5), dels i en strävan att harmonisera undersökningstypen med Artportalen på SLU. Vissa parametrar har utvecklats i mer objektiv riktning. I denna version har även till viss del en harmonisering sett med den metodik som används i urban miljö genom att ändra vitalitetsbedömningen från indelning i olika klasser till procentuell skala.

### Syfte

Syftet med undersökningstypen är att tillhandahålla en nationellt enhetlig och uppföljningsbar metod för inventering och miljöövervakning av miljöer med skyddsvärda träd. Inventering av skyddsvärda träd med datafångst som visar antal och fördelning av träd, förekomst av håligheter m.m. ger, tillsammans med datafångst för omvärldsp parametrar ett värdefullt underlag för bedömning av ett träds eller ett områdes skötselbehov eller bevarandestatus.

Vid inventering av större landskapsavsnitt utgör insamlad data ett värdefullt instrument för naturvård med landskapsstrategisk inriktning.

## Samordning

Inventering/övervakning av skyddsvärda träd kan samordnas t.ex. med inventering/övervakning av lavflora knuten till träd (Ref. 6). Vissa omvärldsp parametrar är gemensamma och värdefulla data kan fås om hur skötsel påverkar olika arter.

## Strategi

### Urval för skattning på landskapsnivå

Nedan föreslagna design för *skattning* av skyddsvärda träd på landskapsnivå utarbetades 2007-2008 av Sören Holm, dåvarande avdelningschef och universitetslektor vid Institutionen för Skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. Arbetet baserades på ett unikt material av cirka 130 000 koordinatsatta träd på 520 ekonomiska kartblad i Östergötland. Designen avser insamling av data för skattningar rörande skyddsvärda träd, både vad gäller tillstånd vid visst tillfälle och för förändringar mellan två tillfällen.

Skyddsvärda träd tillhör det slag av objekt som kan kallas sparsamt eller sällsynt förekommande. I materialet från Östergötland är antalet mindre än 0,1 träd per hektar och då är inte vissa områden med trivial barrskog inräknade. Med vedertagna och objektiva urvalsdesign är det oerhört resurskrävande att för sådana objekt erhålla skattningar av god precision. Istället måste oftast någon sorts urval från den totala mängden biotopytor göras.

Den här valda designen är baserad på omfattande försök med många olika tänkbara design. Därvid har kostnader, i form av tidsåtgång, och statistisk precision beaktats.

Den valda designen är av typen *flerstegsdesign med tvåfassampling för stratifiering*. Designen innebär att:

1. aktuellt område (länet) indelas i ekonomiska kartblad.
2. ett stickprov om  $N$  kartblad lottas ut.
3. de utlottade kartbladen delas vardera in i rutor om 500 x 500 meter (100 rutor per kartblad).
4. i de utlottade kartbladen lottas  $n$  stycken av de 100 rutorna.
5. de  $n$  rutorna flygbildstolkas med avseende på förekomst av skyddsvärda träd och delas, för varje kartblad, in i två s.k. strata (grupper), där stratum 1 utgörs av rutor med "få eller inga träd" ( $få \leq 4$  träd) och stratum 2 utgörs av rutor med "fler än få träd" ( $> 4$  träd). De två stratummen kommer då att omfatta  $n_1$  respektive  $n_2$  rutor, där  $n_1 + n_2 = n$ . Medan  $n$  är bestämt på förhand så är  $n_1$  och  $n_2$  främst styrda av resultatet av flygbildstolkningen (och ev. inhämtande av annan kunskap om t.ex. hamlingsträd).
6. av de  $n_1$  rutorna i stratum 1 besöks andelen  $\lambda_1$  i fält, alltså antalet  $r_1 = \lambda_1 * n_1$ . På samma sätt besöks andelen  $\lambda_2$  i stratum 2, alltså  $r_2 = \lambda_2 * n_2$  stycken rutor. Enligt designen är andelarna  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  fixerade och gäller för alla utlottade rutor, som efter flygbildstolkning placerats i stratum 1 respektive stratum 2. Däremot är  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  olika stora.
7. rutor som besöks i fält totalinventeras. Enligt designen följer inventeraren linjer i NS riktning och upptäcker inom ett visst siktavstånd träd åt båda sidorna från linjerna. Träden "besöks" för registrering av olika parametrar varefter återgång till linjen sker. Inventeringen av rutan sker alltså i bälten med dubbla siktavstånd (se även Observations- och provtagningsmetodik nedan).

### **Totalinventering av avgränsade objekt (skyddade områden)**

Ska Natura-områden eller naturreservat inventeras i sin helhet ges avgränsning av de skyddade områdenas gränser. För större skyddade områden bör en uppdelning i för inventering relevanta delar ske. Ytterligare information ges under stycket *Observations / provtagningsmetodik* på sidan 5.

### **Inventering av större landskapsavsnitt (regional inventering)**

Ytor som ska inventeras lokaliseras, kartbladvis, genom flygbildstolkning kompletterad med övrig relevant kunskap från andra källor, t.ex. nyckelbiotopsinventering (se nedan).

## **Statistiska aspekter**

### **Skattning på landskapsnivå**

Lottningsförfarande vid urval av kartor och smårutor enligt ovan beskrivna design för skattning beskrivs i bilaga 2, Design inklusive formelsamling från sidan 31 och framåt.

Konkreta värden för  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  för tillståndsskattning respektive förändringsskattning exemplifieras i bilaga 2, Design inklusive formelsamling, tabell 3, sidan 29.

Design för upprepade inventeringar redovisas i bilaga 2, Design inklusive formelsamling från sidan 24 och framåt.

Formler för skattning, varians av skattning, kostnadsfunktion samt härledning av variansformler finns i bilaga 2, Design inklusive formelsamling.

## Totalinventering av avgränsade objekt (skyddade områden)

Då objekten totalinventeras åskådliggörs förändringar *objektsvis* tydligt genom tabeller och diagram. Teckentest föreslås som statistisk metod avseende studier av genomgående förändringstrender för samtliga ingående objekt vid regional uppföljning/miljöövervakning.

## Flygbildstolkning

Föreliggande förslag till metodik för inventering av skyddsvärda träd omfattar skyddsvärda träd av alla trädarter. Då det med hjälp av flygbildstolkning är betydligt svårare att lokalisera presumtivt intressanta objekt för skyddsvärda träd i andra miljöer än lövträdsmiljöer med grova träd, måste flygbildstolkningen kompletteras med inhämtande av kunskap från annat håll. Detta kan t.ex. gälla områden med förekomst av hamlade träd.

Flygbildstolkning (IR-bilder) för att lokalisera områden med intressanta träd görs huvudsakligen på grundval av förekommande:

- stora lövträdskronor
- åldersmässigt blandade lövbestånd
- äldre lövbestånd
- lövbestånd i branter
- lövträd i gårdsmiljöer, parker, alléer, kyrkogårdar etc.
- lövträd i ängs- och betesmarker

Tolkningsresultatet bör generellt stämmas av mot/kompletteras med övrig relevant kunskap från andra källor, t.ex. nyckelbiotopsinventering.

## Plats/stationsval

Kartblad och rutor som inventeras slumpas fram.

## Mätprogram

### Variabler

Tabell 1. Översiktstabell med parametrar. Prioritet 1 obligatoriskt för import till artportalen. Basnivå för undersökningstypen vid miljöövervakning bör omfatta parametrar med prioritet 1 och 2. 3=frivilligt.

Område	Parameter	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till metodik
Administrativa data för 500m-ruta eller avgränsat objekt  =Lokalnamn i artportalen	Observatör/Rapportör	För-, efternamn	1	Vart 10:e år, avlövad period under året (miljöövervakning)	
	Datum "	åååå-mm-dd	1		
	500m-ruta (MÖ)	Numeriskt eko.kartbladsnummer-löpnnummer för ruta xxxxx-xx	2		
	Alt. Objekt (MÖ)	Nationellt standardiserat nummer för skyddade områden alt. områdeskod för Natura2000	2		
	Alt. Lokalnamn (ÅGP + övriga)	t.ex. namn på närmaste gård eller fastighet. Kan även vara en kod.	2		

	Syfte "	8 klasser	2		
Efterföljare i 500m-ruta eller avgränsat objekt	Efterföljare "	Antal per trädart			
	Antal träd för varje relevant trädart	2 klasser	2		
Data kopplad till koordinatsatt träd	Träd-ID	Bestäms av enskild användare	1	Vart 10:e år, avlövad period under året (miljöövervakning)	
	N- koordinat (X-koordinat i RT90)	7 siffror	1		
	E-koordinat (Y-koordinat i RT90)	6 siffror (7 i RT90 och WGS84)	1		
	Koordinattyp	3 klasser	1		
	Noggrannhet	Se importmall trädportalartportalen	1		
	Ej återfunnet träd	1 klass	1		
	Trädart "	Art/Släkte	1		
	Trädstatus "	3 klasser	1		
	Vitalitet	%	1		
	Stamomkrets	cm	1		
	Hålstadium	5 klasser	1		
	Specificering av hål	3 klasser	2		
	Mulmvolym	4 klasser	2		
	Åtgärdsbehov	4 klasser	3		
	Karaktärsdrag	9 klasser	3		
	Hamlingsträd	2 klasser	1		
	Grendiameter " på hamlingsträd	cm	2		
	Vedartad vegetation under trädets krona. <b>Buskar inklusive hassel och en.</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation under trädets krona. <b>Sly och unga träd</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation under trädets krona. <b>Lövträd och tall</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation under trädets krona. <b>Gran</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion. <b>Buskar inklusive hassel och en.</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion. <b>Sly och unga träd</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion. <b>Lövträd och tall</b>	4 klasser	2		
	Vedartad vegetation från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion. <b>Gran</b>	4 klasser	2		
	Nuvarande omgivning " Dominerande miljö inom 50m från trädet	14 klasser	2		
	Åtgärder och markanvändning Pågående dominerande skötsel inom 50m från trädet	7 klasser	2		
Artfynd knutna till trädet	Se importmall artportalen	3			
Kommentarer					
	Allmänna kommentarer		3		

Med denna metodik ges möjlighet att ange grad av åtgärdsbehov. En annan grund för att fastställa dylikt behov är att bestämma typ och omfattning av vedartad vegetation i det koordinatsatta trädets omedelbara närmiljö. Denna möjlighet ges också med presenterad metodik.

Basnivå för undersökningstypen vid miljöövervakning bör omfatta parametrar med prioritet 1 och 2 enligt mätprogram ovan. 3=frivilligt.

### **Frekvens och tidpunkter**

Flera av de processer som kan följas i miljöer med skyddsvärda träd är långsamma. Därför förordas i miljöövervakningssammanhang ett tidsintervall om 10 år mellan inventeringarna. Inventering sker lämpligen under den del av året då träden är avlövide och barmark råder (oktober-april/maj). Arbetet går snabbare och klassning av ev. förekomster av hålträd blir säkrare. Vidare underlättar inventering under denna tid för inventeraren att få överblick över objekt med mycket undervegetation, vilket ökar sannolikheten för att all relevant data samlas in.

### **Observations/provtagningsmetodik**

Bilaga 1 utgör en detaljerad metodbeskrivning avseende parametrar och klassning.

#### **Inventering av 500m-rutor vid skattning**

Fältinventeringen sker genom bältesinventering med 50 meters bältesbredd, där inventeraren går i nord-sydliga inventeringslinjer. Första inventeringslinjen läggs 25 meter in i rutan. Datafångst görs längs linjen och 25 meter i sidled åt båda håll, dvs all relevant data samlas in från hela bältesbredden.

Är terrängen mycket kuperad rekommenderas istället att inventeraren nyttjar terrängen. I andra fall kan en kombination av metoderna användas.

#### **Inventering av avgränsade objekt (skyddade områden)**

Vid inventering av mindre, avgränsade objekt (ca 25–35 ha) sker fältinventeringen genom bältesinventering, som vid inventering av 500m-rutor. Dock bör linjernas riktning läggas vinkelrätt mot objektets längdriktning i mer långsträckta objekt. Vid fältinventeringen av större, heterogena objekt föreslås att objektet delas in i delobjekt efter i sammanhanget relevanta, fasta biotopytor, som inventeras var för sig och på samma sätt som mindre objekt ovan.

#### **Återinventering**

Återinventering sker generellt på samma sätt som vid inventeringstillfälle 1. Ett alternativ till att totalinventera vid återinventering är att lokalisera tidigare registrerade träd och sedan lägga en bestämd tid att söka fritt efter ”nya” träd. Analys, med utgångspunkt från kostnadsfunktion enligt design för skattning, visar dock att tidsvinsten med det senare alternativet blir mer betydande först i större objekt ( $\geq 50$ ha) med relativt få träd. Se bilaga 2, tabell 2, s23.

#### **Koordinatsättning**

Koordinater ska anges med minst 6 siffror för ostkoordinat och 7 siffror för nordkoordinat. Koordinatsystem: SWEREF99, (RT90, eller WGS84 har 7 siffrors noggranhet).

## Checklista över rekommenderad utrustning

Följande utrustning bör tillhandahållas:

- Mobiltelefon/platta
- Lupp
- Powerbank och laddsladd
- Skrivplatta
- Fältblanketter
- Måttband
- Kikare
- Morakniv eller motsvarande med bladlängd om minst 10 cm
- Vattenfast penna
- Mobiltelefon för nödsituationer

## Fältprotokoll

Till inventering används mobiltelefon/platta med fältapplikation. Fältprotokoll bör finnas tillgängligt som reserv om mobilen/plattan slutar fungera (Appendix 1).

## Bakgrundsinformation

Väsentliga parametrar för tolkning av resultaten ingår i metodiken och ges av metodbeskrivning, Bilaga 1. Historiska kartor och äldre inventeringar kan ge ytterligare intressant information.

## Kvalitetssäkring

### Rekommendation om förkunskaper och utbildning

- Inventeraren bör ha arbetat med liknande arbetsuppgifter eller har motsvarande erfarenheter. I annat fall bör nya inventerare inledningsvis arbeta parallellt med en erfaren inventerare. Att känna igen träd i avlövat tillstånd är ett krav.
- Innan inventeringen börjar bör en centralt anordnad utbildning genomföras (t.ex. genom länsstyrelsen).
- Under en längre inventeringsperiod bör inventerarna ges möjlighet till återsamling för kalibrering av metodik.
- Inventeraren måste ha grundläggande kunskaper i GIS (ArcView, ArcGIS eller motsvarande) för att kunna skärmdigitalisera avgränsning för inventerade områden och för att i förekommande fall skriva ut fältkartor.

## Databehandling, datavärd

ArtDatabanken är datavärd och tillhandahåller rapporteringssystemet Artportalen via internet, samt drift och support av systemet. Kvaliteten i innehållet garanteras dock av rapportören. I artportalen finns ett speciellt projekt som heter ”Skyddsvärda träd” som har parametrar som helt och hållet matchar parametrarna i denna inventering. Artportalen kommer också innehålla uppgifter om träd från andra verksamheter och från allmänheten, varför uppgifter om materialets ursprung alltid måste medfölja. Uppgifterna kan komma att spridas till andra centrala system, t.ex. VIC-natur. För att kunna rapportera till Artportalen krävs ett konto som erhålls efter registrering, detta är personligt. Allmänheten kan dock se uppgifterna utan registrering. Uppgifterna kan komma att ändras av administratörer i samband med kvalitetsgranskning.



## Rapportering, utvärdering

Resultaten rapporteras löpande in i Artportalen. Ur artportalen exporteras sedan data för att sammanställa en rapport.

## Tids- och kostnadsuppskattning

### **Fasta kostnader**

Skrivplatta	250 kr
Telefon/platta	5000 kr
Licens till GISportalen	2000 kr
Powerbank och laddsladd	200 kr
Måttband	500 kr
Lupp	200 kr
Kikare	500 kr och uppåt

### **Tidsåtgång**

Tidsåtgång för utbildning och kalibrering av inventerare uppskattas beroende på förkunskaper till 2-4 dagar.

Tidsåtgång för olika moment vid inventering av samplade rutor är i föreslagen design för skattning enligt nedan:

1. Transport till och från ett kartblad (fält). Tid  $C_1$  per kartblad.  $C_1 = 120$  minuter

2. Transport mellan rutor inom kartblad (fält). Tid  $C_2$  per ruta (även till första rutan).  
 $C_2 = 20$  minuter.

3. Inventering inom ruta. Här antas att man går längs parallella linjer och inventerar i bälten, med halva bältesbredden (synsträckan)  $b$  meter. Avståndet mellan linjer blir därmed  $2b$  meter. Till tiden räknas också den tid det tar att ta sig till och från inventeringslinjen till träd som upptäcks. Gånghastigheten antas vara 2 minuter per 100 meter. Den totala tiden per inventerad ruta blir då lika med

$$C_3 = \frac{2}{100} \left( \frac{a^2}{2b} + b \cdot T + 2a \right) \text{ minuter}$$

där  $a$  = längden av rutsidan och  $T$  = antalet träd i rutan

4. Registrering och bearbetning av data (inkl. det som görs på rummet). Det antas att den totala tiden för detta är 10 minuter per träd. Det gör per ruta tiden  $C_4 = 10 \cdot T$  per ruta.

5. Kostnad för flygbildstolkningen. Det antas att tiden per ruta är 5 minuter (rutsidans längd = 500 meter. Kostnaden betecknas  $C_5$ .

Se även "Kostnadsfunktion" för designen samt Optimal resurstilldelning i bilaga 2, Design och formelsamling.

## Övrigt

Det finns en applikation till Länsstyrelsernas GIS-portal och till programmet Collector som underlättar inventeringen. Applikationen är helt anpassad att följa parametrarna i manualen både vad gäller inventering av särskilt skyddsvärda träd och efterträdare. När man använder denna applikation underlättas överföringen av data till Artportalen avsevärt. Här finns även ett steg som möjliggöra att 10

man kan granska de inmatade parametrarna i GIS-portalen på datorn innan de importeras i Artportalen. Att använda denna applikation ger en stor vinst både i tidsåtgång och i datakvalitet då risken för felskrivningar i de olika leden minskar.

Innan inventeringen genomförs kan det vara fördelaktigt att kalibrera sig med andra inventerare, speciellt vad gäller parametrarna hålstadium och vitalitet.

Inventeringen kan genomföras året runt. När träden har löv är det enklare att bedöma trädens vitalitet. När träden är avlövnade är det enklare att bedöma trädens hålstadium.

## Författare och kontaktpersoner

*Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:*

Ola Inghe

Naturanalysenheten/Naturavdelningen [Ola.Inghe@naturvardsverket.se](mailto:Ola.Inghe@naturvardsverket.se)

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 08-698 15 71

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

*Författare:*

Kenneth Claesson

Naturvårdsenheten

Länsstyrelsen Östergötland

581 86 Linköping

Tel: 010-223 53 81

E-post: [kenneth.claesson@lansstyrelsen.se](mailto:kenneth.claesson@lansstyrelsen.se)

*Experter:*

Nicklas Jansson

Naturvårdsenheten

Länsstyrelsen Östergötland

581 86 Linköping

Tel: 010-223 53 90

E-post: [nicklas.jansson@lansstyrelsen.se](mailto:nicklas.jansson@lansstyrelsen.se)

Cornelia Roberge (statistik)

Institutionen för Skoglig resurshushållning

SLU, Skogsmarksgränd

901 83 UMEÅ

Telefon: 090-786 82 75

[Cornelia.Roberge@slu.se](mailto:Cornelia.Roberge@slu.se)

Uppdaterande:

Karin Sandberg

Avdelningen för naturvård

Länsstyrelsen i Västmanlands län

721 86 Västerås

Tel: 010-224 93 41

e-post: [karin.sandberg@lansstyrelsen.se](mailto:karin.sandberg@lansstyrelsen.se)

## Referenser

1. Höjer O. & Hultengren S., 2004. Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet. Rapport / Naturvårdsverket 5411, 2004. <http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln/pdf/620-5411-2.pdf>
2. Hultengren S. & Nitare J., 1999. Inventering av jätteträd: instruktion för inventering av grova lövträd i södra Sverige. Skogsstyrelsen ISBN 91-972363-4-9.
3. Claesson K., 2001. Landskapskartering av gamla träd och alléer i Östergötland. Länsstyrelsen Östergötland, 2001. Rapport 2001:11. ISBN 91-7488-051-9.
4. Sellberg R., 2005. Inventering av grova träd i Södermanlands län. Länsstyrelsen Södermanland, 2005. Rapport 2005:4. ISSN 1400-0792. <http://www.d.lst.se/NR/rdonlyres/FF484421-AB9B-42BC-A99D-F3742A9D8836/0/rapport2005.pdf>
5. Hedin J., Johansson T. & Johansson J., 2005. Förslag till inventeringsmetodik för ågp skyddsvärda träd i kulturlandskapet. [http://www.naturvardsverket.se/dokument/aktuellt/konferen/konfdok/atgard/atgarddok/forslag.ppt#256,1,Förslag till inventeringsmetodik för ågp skyddsvärda träd i kulturlandskapet](http://www.naturvardsverket.se/dokument/aktuellt/konferen/konfdok/atgard/atgarddok/forslag.ppt#256,1,Förslag_till_inventeringsmetodik_för_ågp_skyddsvärda_träd_i_kulturlandskapet)
6. Hultengren S., 2001. Övervakningsmetoder för lavar inom regional miljöövervakning. Länsstyrelsen Västra Götaland, Rapport 2001:25. ISSN-1403-168X.
7. Östberg J, 2015. Standard för trädinventering i urban miljö, version 2.0. Sveriges Landbruksuniversitet. Rapport 2015:14. ISBN 978-91-576-8904-7 [www.tradinventering.se](http://www.tradinventering.se)

## Uppdateringar, versionshantering

Version 1:2, 2002-03-20. Ett flertal ändringar, däribland innehållet i tabellen.

Version 1:3, 2004-01-15. Ändrade rubriker. Flera andra ändringar, särskilt i avsnitt om variabler och datavärd.

Version 2:1, 2004-09-28. Omfattande revidering genomförd.

Version 3:0, 2021-10-12. Omfattande revidering av undersökningstypen genomförd.

## Bilaga 1. Metodbeskrivning: Inventering av skyddsvärda träd

Detaljerad metodbeskrivning med definitioner.

### Kriterier för träd som registreras

Undersökningstypen är framtagen för inventering av skyddsvärda träd av alla trädarter.

**Nedanstående kriterier utgör miniminivå för vilka skyddsvärda träd som bör registreras (koordinatsätts). Om det av naturgeografiska eller andra skäl finns anledning att registrera träd med klenare dimensioner är detta fullt möjligt och avgörs av den enskilda användaren.**

Med särskilt skyddsvärda träd avses följande enligt *Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet* (Ref. 1 i handbok):

- Jätteträd; träd  $\geq 1$  meter i diameter på det smalaste stället upp till brösthöjd (brösthöjd=1,3 m över marken)
- Mycket gamla träd; gran, tall, ek och bok äldre än 200 år. Övriga trädarter äldre än 140 år.
- Grova hålträd; träd  $\geq 0,4$  meter på det smalaste stället upp till brösthöjd med utvecklad hålighet i stam (eller gren).

Både levande och döda träd räknas in i definitionen.

Övriga träd som ska inventeras i denna inventering utgörs av:

- Döda stående/liggande träd  $\geq 0,4$  meter på det smalaste stället upp till brösthöjd alt. från stambas. (För liggande avbrutna stammar gäller  $\geq 0,4$  meter vid brottställe.) Döda liggande träd ska ej registreras om veden är så murken att man vid mätställe utan ansträngning kan trycka in hela bladet på en morakniv (=10 cm).
- Hamlade träd, vilket innebär beskärning av hela eller delar av kronan med regelbundna intervall, på ett sådant sätt att nya skott bildas till kommande år. Vid hamlingsstället uppkommer efter en tid en förtjockning vilket är mycket karakteristiskt för hamlade träd. Hamlade träd får snabbare än andra träd egenskaper så som skrovlig bark, håligheter och död ved som gör dem mer lämpliga att hysa fler och krävande arter. Även träd som tidigare varit hamlade men inte längre har en pågående hamlning räknas hit.

Efterträdare är träd av de arter som är intressanta i området men som ännu inte fått de egenskaper som gör att de är ett särskilt skyddsvärt träd eller övrigt skyddsvärt träd enligt manualen. Det är dessa träd som på sikt kommer att bli de särskilt skyddsvärda träden. För att arter som lever i de särskilt skyddsvärda träden idag ska ha en möjlighet att sprida sig till efterträdare bör dessa finnas inom 500 meter från eller i samma avgränsade yta som det inmätta trädet t.ex. samma hage. Med denna metodik ges möjlighet att samla in uppgifter om *antal* efterträdare inom ett specifikt avgränsat område för varje trädart man önskar notera. *Efterträdare koordinatsätts alltså inte i denna metodik.* Möjlighet ges även att notera antal för två klasser där den mindre klassen endast används i speciella fall:

- 0,10-0,49 meter i brösthöjd
- 0,50-0,99 meter i brösthöjd

Observera att mycket gamla träd, hålträd, döda stående/liggande träd, hamlade träd enligt ovan koordinatsätts och inte hör till kategorin efterträdare.

## Fältprotokollsuppgifter

### Administrativa data

Observatör

Ange för- och efternamn

OBS! Då data ska importeras till artportalen krävs att ett konto skapas för varje observatör/rapportör.

Datum obligatoriskt för import till artportalen

Inventeringsdatum. Ange år-månad-dag enligt åååå-mm-dd.

Lokalnamn

Vid inventering av större landskapsavsnitt (Regional inventering, Åtgärdsprogram etc) anges lämpligen närmaste gård alternativt aktuell fastighet.

Då inventeringen är ett led i miljöövervakning anges 500m-rutans ID bestående av numerisk beteckning för ekonomiskt kartblad kombinerat med löpnummer för 500m-ruta i kartbladet (XXXXX-XX), eller det avgränsade objektets nummerbeteckning för NR alternativt områdeskod för Natura 2000-områden.

Län (länskod)

Kommun (kommunkod)

Syfte

Ange syfte med inventering:

- |           |                            |
|-----------|----------------------------|
| <b>8</b>  | Basinventering Natura 2000 |
| <b>11</b> | Uppföljning Natura 2000    |
| <b>12</b> | Miljöövervakning           |
| <b>13</b> | Åtgärdsprogram             |
| <b>14</b> | Skötselplan, bevarandeplan |
| <b>15</b> | Regional inventering       |
| <b>16</b> | Enstaka fynd               |
| <b>17</b> | Övrigt                     |

## **Efterträdare**

### Efterträdare

Här anges det totala antalet efterträdare per trädart i den inventerade 500m-rutan alt. det inventerade objektet för relevanta trädart inom de klasser som valts.

### **Heltal**

För varje relevant trädart i kombination med vald klass nedan:

- 1 0,10-0,49 m bhd
- 2 0,50-0,99 m bhd

## **Data kopplad till koordinatsatt träd**

Träd-ID (ex GPS. För import till artportalen måste för varje träd finnas ett unikt ID-nummer. Se även Allmänna kommentarer nedan!)

Longitud/Öst (Y-koordinat) obligatoriskt för import till artportalen (6 siffror). Koordinatsystem: SWEREF99, RT90, eller WGS84. (7 siffrors noggrannhet för RT90 och WGS84)

Latitud/Nord (X-koordinat) obligatoriskt för import till artportalen (7 siffror). Koordinatsystem: SWEREF99, RT90, eller WGS84.

Koordinattyp (obligatoriskt vid import till artportalen)

- 1 SWEREF99 TM
- 2 WGS84
- 3 RT90

Noggrannhet (obligatoriskt vid import till artportalen)

Trädart (obligatoriskt för import till artportalen)

Valbara trädarter enligt Appendix 2.

### Ej återfunnet träd

Anges för träd där man vid en återinventering ej hittar trädet på den koordinat där det noterades förra inventeringen.

### Trädstatus

#### **Levande träd**

För levande träd uppskattas vitaliteten i nästa steg.

#### **Döda träd**

Registrering av döda stående/liggande träd är angelägen för att få ett mått på förekomsten av grov död ved. Gamla träd fläks ofta varvid mycket grova stamdelar kan bli skilda från en kvarstående stam och bli liggande på marken. Om den liggande stamdelen vid brottstället är 0,4 m eller mer i diameter ska

denna registreras som liggande dött träd och den kvarstående stammen (om den är högre än 2 m) registreras separat.

Trädstatus klassas enligt:

- Levande träd
- Dött stående träd (inkl. högstubbar  $\geq 2$  m)
- Dött liggande träd. Träd ska ej registreras om veden är så murken att man vid mätställe utan ansträngning kan trycka in hela bladet på en morakniv (=10 cm). Om trädet är uppkapat, så skriv detta i kommentarsfältet.

Vitalitet levande träd

Vitalitet är trädens livskraft. Det kan enklast bedömas genom att titta på hur stor del andel av kronan som har löv eller levande knoppar i en tänkt optimal krona för den specifika trädarten. Man kan även komplettera bedömningen genom att titta på skotttillväxt i hela kronan och framförallt dess överdel.

Vitaliteten anges i % där 1% är i stort sett död och 100% är fullt vital. Se figur 1 för stöd i bedömningen av vitalitet.



Träd bedömt som **85% vitalitet** med i stort sett hela kronan levande och god skotttillväxt i toppen av kronan och hela kronan.





Träd bedömt som **75% vitalitet**. Trots att partier av kronan saknas så har trädet god skotttillväxt i kronan och övre delen av kronan.



Träd bedömt som **74% vitalitet**. Trots att trädet är gammalt, har håligheter sin stam och saknar flera grova grenar, har det en god skotttillväxt. Speciellt god är skotttillväxten långt ner i kronan så att en ny lägre krona har bildats, detta kallas för reiterativ tillväxt.





Träd bedömt som **44% vitalitet**. Trädet har tappat flera grova grenar och saknar delar av sin krona. Till skillnad från trädet ovan har det inte lika god skottillväxt vare sig i toppen eller längre ner.

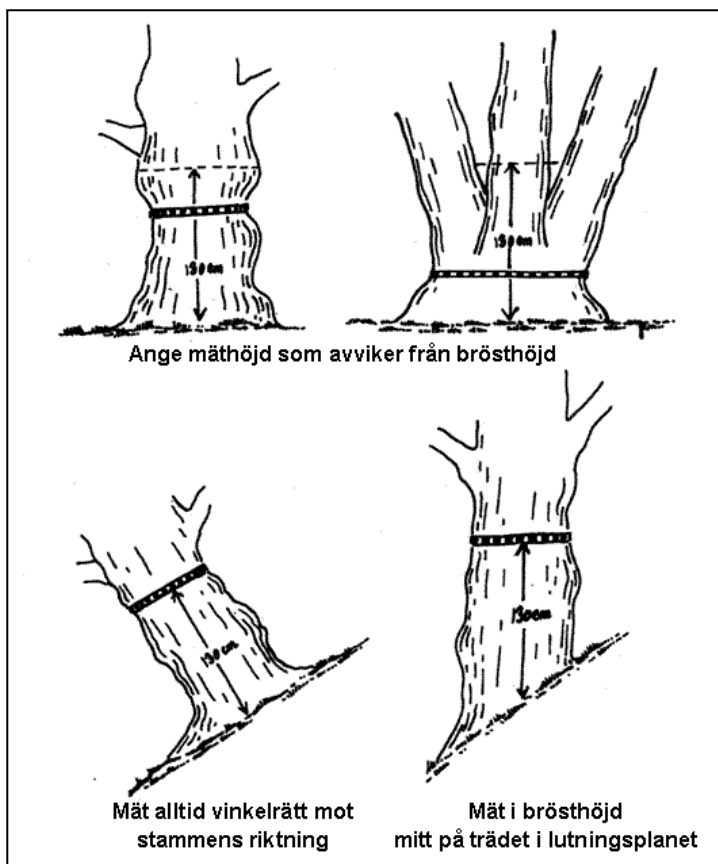


Träd bedömt som **14% vitalitet**. Stora delar av kronan är död och det finns i stort sett ingen skottillväxt i trädets överdel.

Figur 1. Hjälpfigur för uppskattning av trädens vitalitet.

## Stamomkrets

Anges i hela centimeter. Stående träd mäts på smalaste ställe, där det är *en* stam, upp till 1,3 meter (=brösthöjd) över marknivå vinkelrätt mot stammen (figur 2). Liggande träd mäts på smalaste ställe upp till 1,3 meter från stambas. Om mät höjd avviker från 1,3 meter eller om trädet är flerstammigt anges detta under *kommentar*.



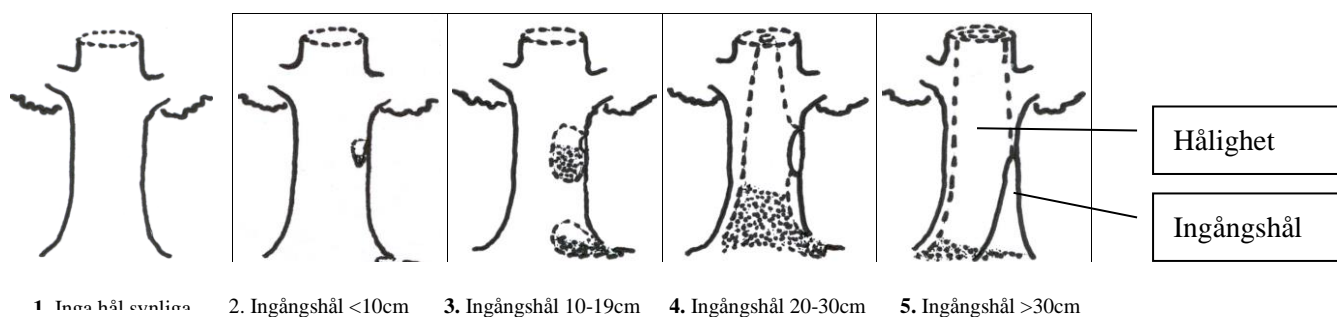
Figur 2. Hjälpfigur för mätning av stamomkrets. Omarbetning efter "Inventering av jätteträd", Skogsstyrelsen, 1999.

## Hålstadium (hål i stam/gren)

Med hål avses ingångshål till hålighet i ved. Skador i bark som vallats över, grunda hackspetthack, fläxskador eller grenbrott räknas inte som hål. Håligheter mellan rot och mark (t.ex. träd på socklar) räknas endast om det finns hålighet i veden. Vid bedömning anges värde enligt hålklassindelning (figur 3). Om hålet är ovalt eller olikformat är det det längsta måttet som avgör vilken klass hålet ska räknas som. T.ex. ett ovalt hål som är 25 cm långt och 10 cm brett räknas som klass 4. Lägsta värde för att hål ska registreras är en håldiameter på 3 cm. Endast ett värde anges och klassningen görs utifrån det största ingångshålet. Om trädet har fler än ett ingångshål kan detta noteras i *kommentar*.

Klasser:

- 1 Inga hål synliga
- 2 Ingångshål < 10 cm i diameter
- 3 Ingångshål 10-19 cm i diameter
- 4 Ingångshål 20-29 cm i diameter
- 5 Ingångshål  $\geq$  30 cm i diameter



Figur 3. Hjälppfigur för hålklassning.

## Specificering av hål

För att ett hål ska beräknas ha markkontakt ska hålet vara helt i nivå med marken eller med en tröskel av ved på mindre än 10 cm mellan hålet och marken eller hål på ett liggande träd.

För ingångshålets placering i höjddled görs specificering enligt:

- 1 ovan mark
- 2 med markkontakt

## Mulmvolym

I de fall det är möjligt att se hålighetens beskaffenhet (figur 3) kan en grov uppskattning av mulmvolym göras. En liten hålighet har relativt lite mulm medan en mycket stor hålighet kan rymma förhållandevis mycket mulm, förutsatt det inte finns ett ingångshål med markkontakt som fått till följd att volymen mulm reducerats. Uppskattningen görs utifrån volymberäkning  $YTA * DJUP$ . Fyra klasser enligt nedan:

- 1 Mulmvolym ej bedömningsbar
- 2  $\leq$  10 liter mulm
- 3 10 liter < 1 m<sup>3</sup> mulm
- 4  $\geq$  1 m<sup>3</sup> mulm

## Åtgärdsbehov



Anges enligt nedan:

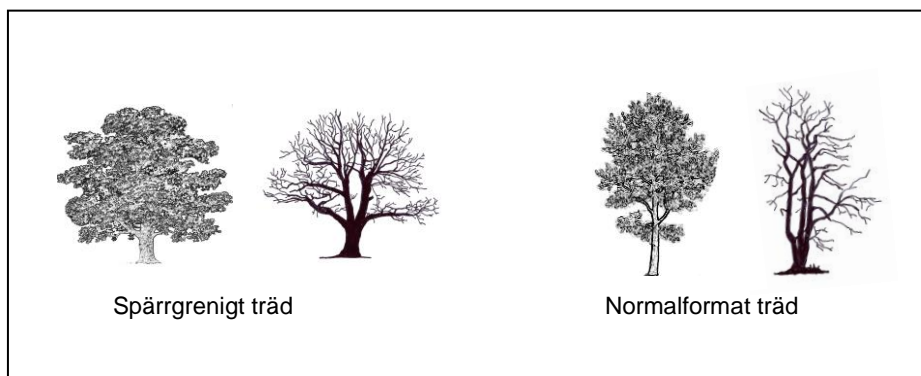
- 1 Akut (inom 2 år)
- 2 Snart (inom 3-10 år)
- 3 Framtida (> 10 år)
- 4 Inget

### Karaktärsdrag

I artportalen kan tre av följande karaktärsdrag anges.

- 1 Ej bedömt
- 2 Stackmyror (avser endast *Fomica rufa*-gruppen)
- 3 Brandspår
- 4 Spärrgrenigt träd
- 7 Barklös stamved
- 8 Savflöde
- 9 Övrigt
- 10 Askskottsjuka
- 11 Almsjuka
- 12 Toppbrott/toppkapat (när huvudstammen är av)
- 13 Stora delar av kronan beskuren eller avbruten (när flera huvudgrenar är av)

**Ett spärrgrenigt träd** kan berätta att miljön varit öppen under trädets huvudsakliga tillväxtperiod (figur 4). Vid bedömning bör hänsyn tas till grenförlust till följd av t.ex. igenväxning.



Figur 4. Hjälppfigur för bedömning av trädform.

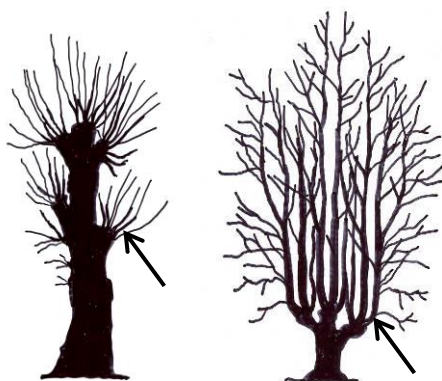
### Hamlingsträd

Registrera om trädet är ett hamlingsträd.

- 1 Trädet är ett hamlingssträd
- 2 Trädet är inget hamlingsträd

### Grendiameter (cm) på hamlingsträd

För registrerat hamlingsträd anges diameter på grövsta kvisten/grenen/delstammen som skjuter ut kring senaste hamlingspunkt (figur 5). Mått anges i centimeter. Noll (0) anges för nyligen hamlat träd.



Figur 5. Mätställe för grendiameter.

### Vedartad vegetation i det koordinatsatta trädets närmiljö

För liggande träd görs ingen bedömning av täckningsgrad.

Två ytor registreras.

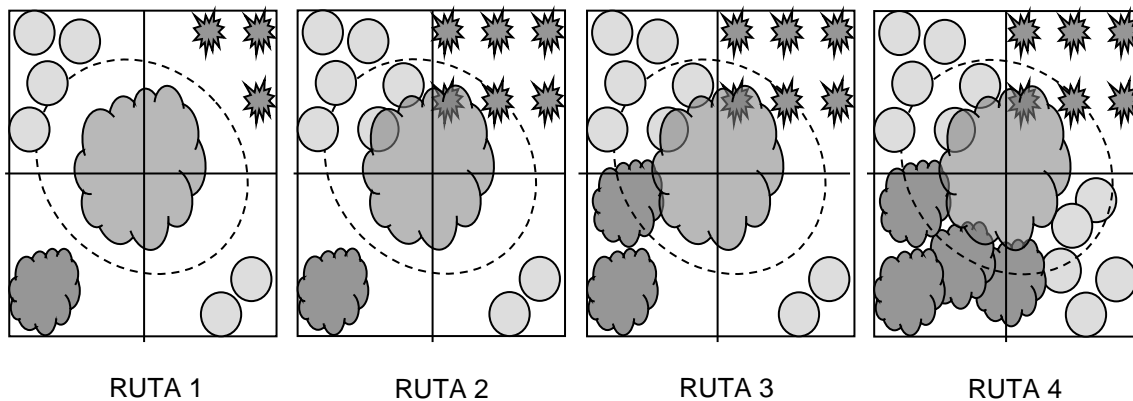
1. Ytan under trädets krona.
2. Från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion (figur 6).

Ange förekommande typer av omgivande vedartad vegetation enligt nedan angivna 4 klasser och därefter värde för respektive vegetationstyp.

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1 | Buskar inklusive hassel och en.      |
| 2 | sly och unga träd (< 10 cm bhd)      |
| 3 | lövträd och tall ( $\geq$ 10 cm bhd) |
| 4 | gran ( $\geq$ 10 cm bhd)             |

Täckningsgrad av omgivande vegetationstyper klassas, för varje vegetationstyp enligt:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1 | Ingen vegetation |
| 2 | < 25 %           |
| 3 | 25-75%           |
| 4 | >75 %            |



Buskar



Sly / unga träd < 10 cm bhd



Lövträd / Barrträd  $\geq$  10 cm bhd

Figur 6. Hjälpfigur för bedömning av täckningsgrad av vedartad vegetation i det koordinatsatta trädets närmiljö.

Klassning för exempel ovan:

Ruta 1: **Under kronan:** Ingen vegetation för alla vegetationstyper. **Utanför kronan:** Ingen vegetation för alla vegetationstyper

Ruta 2: **Under kronan:** < 25 % för buskar och sly/unga träd. Ingen vegetation för löv- eller barrträd. **Utanför kronan:** < 25 % för buskar och sly/unga träd. Ingen vegetation för löv- eller barrträd

Ruta 3: **Under kronan:** < 25 % för buskar och sly/unga träd. < 25 % för löv- eller barrträd. **Utanför kronan:** < 25 % för buskar och sly/unga träd. < 25 % för löv- eller barrträd.

Ruta 4: **Under kronan:** <25% för sly/unga träd. < 25 % för buskar. < 25% för löv- eller barrträd. **Utanför kronan:** 25-75% för sly/unga träd. < 25 % för buskar. 25-75% för löv- eller barrträd.

(I de fall omgivande vegetation består till lika delar av lövträd och barrträd ( $\geq$  10 cm bhd) och trädens sammanlagda täckningsgrad är > 75% anges klassen 25-75% för löv respektive barr.)

## Nuvarande omgivning (inom 50m radie från koordinatsatt träd)

Ange dominerande omgivning. I artportalen är upp till tre val möjliga.

- |    |            |  |          |
|----|------------|--|----------|
| 1  | Allé       | Träd planterade i enkel eller dubbel rad som består av minst 5 träd längs en väg eller kanal. Minst 50 m till nästa alléträd.          | närmaste |
| 2  | Väggkant   | Miljö med träd som växer i väggkant men som inte ingår i allé.   |          |
| 3  | Kyrkogård  | Område innanför kyrkogårdsmuren eller i direkt anslutning till kyrkogården.  |          |
| 4  | Park       | Grönområde eller anläggning brukad som park.   |          |
| 5  | Tomt       | Fastighet som används som tomt, trädgård, gårdsplan eller liknande.  |          |
| 6  | Lövskog    | Areal >0,5 ha med $\geq 30\%$ krontäckning, där >70% av den totala trädvolymen utgörs av lövträd $\geq 5$ meter.                       |          |
| 7  | Barrskog   | Areal >0,5 ha med $\geq 30\%$ krontäckning, där >70% av den totala trädvolymen utgörs av barrträd högre än fem meter.                  |          |
| 8  | Blandskog  | Areal >0,5 ha med $\geq 30\%$ krontäckning, där varken lövträd eller barrträd högre än fem meter utgör >70% av den totala trädvolymen. |          |
| 9  | Hygge      | Avverkad skog där merparten av återstående träd är lägre än fem meter.   |          |
| 10 | Gräsmark   | Naturlig gräsmark. Krontäckning av $\geq 5$ meter höga träd <30%.  |          |
| 13 | Åker/vall  | Hit räknas även åkerholmar $\leq 0,5$ ha   |          |
| 14 | Vatten     | Miljö med träd som växer vid sjökant/längs vattendrag bredare än tre meter (men som inte ingår i allé).                                |          |
| 15 | Bebyggelse | Miljö som till övervägande del består av hårdgjord eller bebyggd mark, ex. stadsmiljö eller industriområde.                            |          |
| 16 | Övrigt     | Kan kompletteras under <i>kommentar</i> .  |          |

## Åtgärder och markanvändning (inom 50 m radie från koordinatsatt träd)

Pågående dominerande markanvändning (skötsel/aktivitet).

I tveksamma fall är åtgärderna genomförda de senaste 5 åren.

- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | Avverkning         |
| 3 | Bete               |
| 4 | Röjning / gallring |
| 5 | Markarbete         |
| 6 | Slätter            |
| 8 | Inget              |
| 9 | Övrigt             |

## Kommentarer

Här anges sådant som inte går att ange i ovanstående parametrar. Här kan man även ange om trädet är flerstamigt eller har mätts in på en höjd under 1,30.

Arter påträffade på koordinatsatt träd

**Art** (enligt lista i artportalen)

**Antal** (heltal)

**Enhet**

- |          |                 |
|----------|-----------------|
| <b>1</b> | individer       |
| <b>2</b> | plantor         |
| <b>3</b> | fruktkroppar    |
| <b>4</b> | cm <sup>2</sup> |
| <b>5</b> | dm <sup>2</sup> |
| <b>6</b> | bålar           |
| <b>7</b> | tuvor           |



## Bilaga 2. Design inklusive formelsamling

Författare: Sören Holm, Institutionen för Skoglig resurshushållning, SLU, Mars 2008

### Förslag till design för skattningar rörande skyddsvärda träd.

Nedanstående design har arbetats fram dels under tidig höst 2007 och dels under vintern 2008 med hjälp av ett unikt material av cirka 13 000 koordinatsatta träd i Östergötland.

Designen avser insamling av data för skattningar rörande skyddsvärda träd, både vad gäller tillstånd vid visst tillfälle och för förändringar mellan två tillfällen.

Skyddsvärda träd tillhör det slag av objekt som kan kallas sparsamt eller sällsynt förekommande. I materialet från Östergötland är antalet mindre än 0,1 träd per hektar och då är inte vissa områden med trivial barrskog inräknade. Med vedertagna och objektiva urvalsdesign är det oerhört resurskrävande att för sådana objekt erhålla skattningar av god precision. För enkelhets skull benämns skyddsvärda träd i allmänhet bara "träd" nedan.

Den här föreslagna designen är baserad på omfattande försök med olika tänkbara design. Därvid har kostnader, i form av tidsåtgång, och statistisk precision beaktats och i viss mån även praktiska och psykologiska faktorer.

#### GRUNDDSIGN

Designen beskrivs först nedan, punktvis, varefter kommentarer och ytterligare detaljer ges.

1. Det aktuella området (länet) indelas i ekonomiska kartblad (5 x 5 km)
2. Ett sampel om  $N$  kartblad läggs ut systematiskt i s.k. förband.
3. De utlottade kartbladen delas vardera in i rutor om 500 x 500 meter (100 rutor per kartblad).
4. I de utlottade kartbladen läggs  $n$  stycken av de 100 rutorna ut systematiskt i förband.
5. De  $n$  rutorna flygbildstolkas med avseende på skyddsvärda ("grova") träd och delas, för varje kartblad, in i två s.k. strata (grupper), där stratum 1 utgörs av rutor med "få eller inga träd" ( $få \leq 4$  träd) och stratum 2 utgörs av rutor med "fler än få träd" ( $> 4$  träd). De två stratumen kommer då att omfatta  $n_1$  respektive  $n_2$  rutor, där  $n_1 + n_2 = n$ . Medan  $n$  är bestämt på förhand så är  $n_1$  och  $n_2$  främst styrda av resultatet av flygbildstolkningen (och ev. inhämtande av annan kunskap om t.ex. hamlingsträd).
6. Av de  $n_1$  rutorna i stratum 1 besöks andelen  $\lambda_1$  i fält, alltså antalet  $r_1 = \lambda_1 \cdot n_1$ . På samma sätt besöks andelen  $\lambda_2$  i stratum 2, alltså  $r_2 = \lambda_2 \cdot n_2$  stycken rutor. Enligt designen är andelarna  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  fixerade och lika stora för alla rutor. Däremot är  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  olika stora.
7. Rutor som besöks i fält totalinventeras. För designen har antagits att inventeraren följer linjer i NS och upptäcker inom ett visst siktavstånd träd åt båda sidorna från linjerna. Träden "besöks" för registrering av olika parametrar varefter återgång till linjen sker. Man kan alltså säga att inventeringen av rutan sker i bälten med dubbla siktavståndet.

Designen är av typ flerstegsdesign med tvåfas-sampling för stratifiering.

## KOMMENTARER TILL MOMENT 1 - 7

1.1 Området (länet) kan inte delas upp exakt i kartblad. I gränsområdena delas kartbladen. Förslagsvis hanteras detta på följande sätt:

Kartblad som till minst hälften av arealen ligger inom området (länet) tas med. Antalet rutor som utlottas inom området (steg 4) reduceras i proportion till arealen. Fortfarande är inte hela området med i populationen, men nästan. Vid skattning måste hänsyn tas till hur stor andel av varje kartblad som ligger inom området.

1.2. Samma sak som i 1.1 gäller för större sjöar, triviala barrskogar (med praktiskt taget inga skyddsvärda träd), stadsbebyggelse (utan parker) etc. Inget hindrar att man hanterat t.ex. större sjöar på annat sätt än gränsområden.

2.1. De undersökningar som gjorts bygger på helt slumpmässiga utlägg. Det är dock generellt bättre att vid areell sampling lägga ut observationsytor (här kartblad) systematiskt över området, alltså i ett visst förband. Det kan då dock inträffa att något fler eller färre kartblad än det önskade antalet  $N$  verkligen faller inom området. Det medför inget statistiskt problem, men kan göra att planerade kostnader blir något högre eller lägre.

3.1 Att indela och utlotta i två steg, kartblad och rutor, har bedömts effektivt rent ekonomiskt (i stället för att lotta rutor rakt över området). Då har restid till och från kartblad och tid för förflyttning mellan rutor beaktats.

3.2. Andra rutstorlekar än 500 meters sida har prövats, men inte befunnits ge mer noggranna skattningar i allmänhet. Den valda sidolängden känns också rimlig ur en praktisk synvinkel och borde i de flesta fallen kunna inventeras på en halv arbetsdag, så att två rutor (i genomsnitt) borde klaras på en arbetsdag.

4.1. Vad som sagts om helt slumpmässigt och systematiskt utlägg i kommentaren 2.1 gäller även för rutor. Ett utlägg av rutor i ett reguljärt förband (eller liknande) är att föredra framför ett helt slumpmässigt.

5.1. För att erhålla rimlig precision till godtagbar kostnad krävs annan information än den man kan insamla vid fältbesök. Här antas att man vid flygbildstolkning skall kunna avgöra om viss ruta innehåller få eller flera träd ("grova" träd). Det är då givet att en relativt mycket mindre *andel* av rutor med få träd ska fältbesökas än de med många. Antalet rutor med få träd kommer vid bra gränsdragning att vara betydligt fler än de med många. För undersökningarna som gjorts har "få" träd i rutor med 500 meters sida satts till fyra träd (vilket kanske innebär 2-3 tolkade i flygbild?). I genomsnitt i det aktuella materialet kom cirka 87 % av rutorna att hamna i stratimet med få träd. (I genomsnitt över alla rutor fanns ungefär 2.3 träd per ruta med 500 meters sida).

5.2. Det kommer säkert att inträffa att man bland de  $n$  rutorna inte hittar någon ruta i stratimet "flera träd" ( $n_2 = 0$ ). Det är bara att acceptera. Det blir då givetvis ingen sådan ruta i kartbladet att besöka (men däremot i det första stratimet). Man får inte i ett sådant fall fortsätta att tolka rutor tills man eventuellt hittar en ruta med flera träd. Antalet  $n$  är alltså givet på förhand och ska hållas.

5.3. Notera att indelningen i strata görs per kartblad i urvalet och inte totalt.

6.1. Se noten 5.3 just ovan. Vi ska sampla i de två stratumen per kartblad. Vi ska alltså inte enligt designen lägga ihop alla rutor med få träd över hela området och sedan ta ett slumpmässigt sampel ur denna mängd. Urvalet görs alltså per kartblad.

6.2. Det kommer givetvis att inträffa att de beräknade antalen  $r_1$  och  $r_2$  inte är heltal. I de flesta fall kan vi då avrunda till närmaste heltal, med ett undantag. Är (t.ex.)  $r_2$  mindre än 1, t.ex. 0.36 så höjer vi detta till 1. Vi har då funnit minst en ruta i stratum 2 och då ska vi inventera (åtminstone) en sådan. Givetvis gäller detsamma för stratum 1. Notera att det är *andelarna*  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  som enligt designen är fixerade, inte antalen  $r_1$  och  $r_2$  (detta tillhör inte kutymen, men antalet rutor per kartblad att besöka i fält kommer i de flesta fall att bli så ringa att det uppstår praktiska problem med att fixera antalen  $r_1$  och  $r_2$ ).

6.3. De två stegen 5 och 6 är ovanliga och de som gör designen något speciell. Det kan krävas ett par genomläsningar innan det tänkta tillvägagångssättet är fullständigt klart.

7.1. I tidigare versioner av beräkningar som gjorts har antagits att trädets positioner kunnat anges i flygbild och att det därför vore möjligt att hitta en kortare total inventeringsrutt än den beskrivna. Detta antagande har dock senare bedömts som väl optimistiskt. I praktiken kan man nog ändå hitta en något snabbare väg än den beskrivna.

## DESIGN FÖR UPPREPADE INVENTERINGAR

Grunddesignen ovan kan sägas vara konstruerad med tanke på att skatta *tillståndet* vid ett visst tillfälle, alltså konstruerad för en engångsinventering. Nu är man säkerligen minst lika intresserad av att skatta *förändringar* mellan två (eller flera) tillfällen, alltså att finna en konstruktion för upprepade inventeringar. Vi kan ändå utgå från grunddesignen, men den fråga man måste ta ställning till är om man ska sampla nya kartblad och/eller rutor vid de olika tillfällena eller använda samma kartblad/och rutor vid alla tillfällen. Den här frågan är ingen man kan vänta med (tills tillfälle 2) eftersom även bestämningen av lämpliga värden på de fyra parametrarna  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  påverkas av den inriktning man väljer.

Man kan generellt sett säga följande, förutsatt att man använder sina data på bästa sätt:

- a) Vare sig man är mest intresserad av att skatta tillstånden för de olika tillfällena eller av att skatta förändringen så lönar det sig statistiskt (och även ekonomiskt) att använda sig av åtminstone några permanenta kartblad/rutor.
- b) Om man endast är intresserad av att skatta förändringen mellan två tillfällen är det bäst att använda bara permanenta rutor.
- c) Om man endast är intresserad av att skatta tillstånden de olika tillfällena ska man använda relativt få permanenta rutor.

Nu visar det sig (se avsnittet om analyser nedan) att det är mycket kostsamt att skatta tillståndet vid ett visst tillfälle med god noggrannhet, varför man troligen får acceptera ett resonemang av typen: "Tillståndet idag är som det är, det är inte mycket att göra åt. Det viktiga är att det inte försämras framöver" och alltså vara mest intresserad av att skatta förändringar. Vi skulle då endast använda oss av permanenta rutor.

Nu finns det dock ett skäl till att även använda sig av tillfälliga (icke-permanenta) kartblad/rutor om ovanstående grunddesign väljs. Det beror på stratifieringen inom kartblad som görs vid tillfälle 1. Den stratifiering som där utförs görs med hjälp av flygbildstolkningen och det antal "grova träd" man där bedömer finnas i de olika rutorna. *Denna stratifiering är sedan fixerad för all framtid, oavsett hur många träd som fanns vid tillfälle 1 eller finns vid senare tillfällen.* Alltså, upprepat på grund av den viktiga innebörden: Stratifieringen görs "bara" med hjälp av antal träd och stratumtillhörigheten är därefter för tid och evighet fastlagd. På lång sikt kommer detta nog att innebära att stratifieringen blir alltmer ineffektiv därför att nya träd tillkommer och gamla försvinner och vi kommer att ha rutor i stratum 1 med "flera träd" och i stratum 2 med "få". På kortare sikt, några tiotal år, är dock säkert den ursprungliga stratifieringen effektiv. Det här problemet kan man råda bot på om man för varje nytt inventeringstillfälle byter ut en viss andel "gamla" kartblad mot "nya". För de nya kartbladen tillämpas grunddesignen (flygbildstolkning och utlottning av rutor i stratumen för fältbesök). Notera att vi vid upprepad inventering annars inte behöver flygbildstolka de permanenta rutorna igen, deras stratumtillhörighet är ju redan bestämd.

Ovanstående leder till följande moment, som ges numren 8 och 9:

8. Vid inventeringstillfälle 2 fält inventeras samma rutor i 75 % av de kartblad som var utlottade vid tillfälle 1. Nya kartblad motsvarande 25 % av samtliga som ska inventeras utlottas. För de senare görs flygbildstolkning, stratifiering och utlottning av rutor.

9. Utbyte av kartblad/rutor sker rullande så att en utlottad ruta med säkerhet kommer att ingå under fyra på varandra följande inventeringar.

#### KOMMENTARER TILL MOMENTEN 8 - 9

8.1. Siffran 75 % är vald som ett exempel, men förefaller intuitivt vara rimlig.

8.2. Utlottningen av "nya" kartblad kan vara helt slumpmässig och skulle kunna innebära att ett "gammalt" blir utlottat igen. Då ska givetvis ny flygbildstolkning utföras även här. Kartbladet och dess rutor ska då även betraktas som nytt vid skattningar etc. Det går dock att lotta kartblad så att ett garanterat "verkligt" nytt kommer med.

8.3. Val av gamla och nya kartblad ska ske genom lottning. Man får t.ex. inte själv välja att plocka bort ett kartblad för "att det inte fanns några träd där".

9.1. Allt detta utlottande, kombinerat med rullande utbyten, förefaller säkert komplicerat. Utförs dock varje lottning helt slumpmässigt är det inte så komplicerat. Men nu har vi sagt att det är bra om kartbladen ligger systematisk utlagda över området (liksom rutorna inom kartblad) så det känns komplicerat att lotta bort gamla och lotta till nya så att mönstret av kartblad fortfarande är systematiskt. Men det går att göra detta om vi inte kräver exakt systematiska utlägg utan nöjer oss med utlägg med mycket god spridning i området. En tänkbar metod beskrivs nedan under rubriken "Utlottningar" nedan.

**Tabell 2.** Tider för förflyttning inom område, exklusive och inklusive registrering ("på rummet").  
F1=funktion med koordinatsatta träd, F2=bältesgång

Areal	Antal träd	Tid F1	Tid F2	Tid inkl reg. F1	Tid inkl reg. F2
2	2	4	15	24	35
2	10	9	19	109	119
2	25	14	26	264	276
2	50	20	39	520	539
2	100	28	64	1028	1064
2	200	40	114	2040	2114
5	2	6	30	26	50
5	10	14	34	114	134
5	25	22	41	272	291
5	50	32	54	532	554
5	100	45	79	1045	1079
5	200	63	129	2063	2129
10	2	9	54	29	74
10	10	20	58	120	158
10	25	32	65	282	315
10	50	45	78	545	578
10	100	63	103	1063	1103
10	200	89	153	2089	2153
25	2	14	121	34	141
25	10	32	125	132	225
25	25	50	133	300	383
25	50	71	145	571	645
25	100	100	170	1100	1170
25	200	141	220	2141	2220
50	2	20	229	40	249
50	10	45	233	145	333
50	25	71	241	321	491
50	50	100	253	600	753
50	100	141	278	1141	1278
50	200	200	328	2200	2328
100	2	28	441	48	461
100	10	63	445	163	545
100	25	100	453	350	703
100	50	141	465	641	965
100	100	200	490	1200	1490
100	200	283	540	2283	2540
200	2	40	858	60	878
200	10	89	862	189	962
200	25	141	869	391	1119
200	50	200	882	700	1382
200	100	283	907	1283	1907
200	200	400	957	2400	2957

## UTFÖRDA ANALYSER

I arbetet med att studera olika design har skattningars medelfel (egentligen standard-avvikelse, men förf. böjer sig för det vanligaste språkbruket) minimerats, givet en viss total kostnad för inventeringen. Kostnader har då satts i termer tidsåtgång. Det minsta medelfelet har då erhållits genom optimala värden på parametrarna  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$ . Den skattning vars medelfel har minimerats har varit den av "totala antalet skyddsvärda träd" (alla prövade design), men även "förändringen i totala antalet träd" har studerats för den för den föreslagna designen. För de optimalt funna parametervärdena har också medelfelen för skattningarna av "ekar med hålstadium 5" och "grova lindar" beräknats, både vad gäller tillstånd och förändring. Dessa två senare företeelser är givetvis betydligt mer sällsynta än totala antalet träd (cirka 0.35 resp. 0.15 per 100 ha).

Det visar sig att man för skattning av tillståndet i totala antalet träd med ett medelfel på cirka 10 % av antalalt behöver en resurs på uppemot 10 0000 minuter (ett manår). Då är de relativa medelfelen för "ekar hålstadium 5" och "grova lindar" ännu något större (10-15 % resp. 25-30 %), men absolutvärdena betydligt mindre.

För att studera medelfelen för förändringsskattningarna har förändringar simulerats. Det aktuella materialet har tjänat som bas och sedan har olika procentsatser av trädantalen försvunnit, bytt hålstadium (ekar) eller blivit grövre (lindar). Även nya träd har givetvis tillåtits uppträda. Två olika sådana förändringsscenarior har prövats. I det första (Alt.I) sker förändringar i antal träd, ekars hålstadier och lindars grovlek, men nettoförändringen i dessa parametrar är bara måttligt stor. I det andra scenariet (Alt. II) har det bara skett avgångar, 10 % av träden har försvunnit rakt över och inga nya har tillkommit.

Kostnaderna har fördelats på följande poster och med följande grundvärden, som givetvis är avsedda att vara genomsnitt:

1. Tid att ta sig till och från kartblad (fält), 2 timmar.
2. Tid att förflytta sig mellan rutor inom kartblad, 20 minuter.
3. Gångtid vid inventeringen. Denna tid beror på hur många träd som upptäcks och på siktavstånd. Gånghastigheten 2 minuter per 100 meter och siktavståndet 25 meter har använts som grundvärden. Utan något träd alls skulle detta ge 2 timmars inventering av en ruta med 500 meters sida. I genomsnitt i rutor i stratomet med "flera träd" skulle en ruta ta runt 4 timmar i gångtid (och då ungefär 15 träd i snitt per ruta). I stratomet med få träd går det snabbare.
4. Tid för registrering och bearbetning av data. Här inbegrips både arbete i fält och på rummet. Grundvärdet 10 minuter per träd har använts.
5. Tid för flygbildstolkning. Här har grundvärdet 5 minuter för ruta om 500 meters sida använts. Liksom övriga antaganden ett genomsnitt.

I stället för att ge en många sidors lista med siffervärden redovisas nedan generella tendenser vad gäller fördelning av resurserna på antal kartblad, rutor per kartblad etc.

Detta åtföljs av några typiska siffervärden. Vi ska då erinra oss att

- a) Stratifieringen görs med avseende på totala antalet träd ("alla träd"), vilket i synnerhet gynnar denna variabel. De övriga två "ekar i hålstadium 5" och "grova lindar" så att säga hänger bara med i viss utsträckning.
- b) Siffervärden gäller materialet i Östergötland och den geografiska spridning av skyddsvärda träd man har där.
- c) Optimala värden är "överoptimala" eftersom de är framräknade med hjälp av en känd population. I ett verkligt fall kan vi bara gissa oss till värden på de storheter (variationer av olika slag) som bestämmer medelfelen. De optimala värdena gäller skattningen av totala antalet träd (vi kan

inte optimera olika för olika parametrar).

d) För förändringsskattningar har enbart permanenta samplet av rutor använts. Även ett optimalt utnyttjande av tillfälliga rutor ger oerhört liten förbättring här.

e) För tillståndsskattningar har bara rutor inventerade vid samma tillfälle använts. Här finns större möjlighet att förbättra skattningen vid tillfälle 2 genom att utnyttja samplen från båda inventeringstillfällena.

Följande generella tendenser gäller:

A. Optimala antalet kartblad är större för skattning av tillstånd än för skattning av förändringar. För en total resurs på 500 timmar är det för tillståndsskattningen optimalt med 86 kartblad, medan det för förändring Alt. I är optimalt med 28 kartblad. Alt. II intar en mellanställning med 69 kartblad. I gengäld har Alt. I högre värden på både antalet rutor per kartblad och de bägge parametrarna  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$ , d.v.s. fler rutor per kartblad fältinventeras. Orsaken är att det råder stor variation mellan kartblad i antalet träd, så vill man veta tillståndet behövs många kartblad. Däremot är det (förmodligen) inte lika stor variation i förändringarna ”per träd” mellan kartblad och då lönar det sig att flytta över resurser från besök av kartblad till besök av rutor inom kartblad.

Några siffror: För Alt. I var de optimala värdena för  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  13.9 (14), 0.23 och 1.00 (alla rutor från flygbildstolkningen i stratum 2 fältbesöks). För Alt. II var motsvarande värden 12.5 (13), 0.065 och 0.38 och för tillståndsfallet 8.9 (9), 0.038 och 0.42.

Tabell 2. Exemplifierande värden för  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  vid tillstånds- respektive förändringsskattning.

Värden bygger på analyser beräknade på förekomst av skyddsvärda träd i Östergötland (ca 130 000 träd på 520 ekonomiska kartblad).

	Resurs	$N$	% av totalt antal inv. kartblad Ög	$n$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
<b>Tillståndsskattning</b>	30 000min =500h	86	16,5	9	0,038	0,42
En fördubbling av resursen sänker medelfelet ca 30%	60 000min =1000h	129	24,8	12	0,038	0,42
<b>Förändringsskattning Alt. I</b>	30 000min =500h	28	5,3	14	0,23	1,00
<b>Alt. II</b>	30 000min =500h	69	13,3	13	0,065	0,38

B. Förväntade antalet träd i samplet för de optimala värdena blev störst i Alt. I (733), därefter i Alt. II (639) och minst i tillståndsfallets optimum (612). Skillnaderna ska nog inte ses som anmärkningsvärt stora.

C. De procentuella tidsåtgångarna för de optimala värdena fördelade sig på följande sätt, där värdena för förändringsfallen gäller summan av de två inventeringarna:

	Tillståndsfallet	Alt. I	Alt. II
Tid till kartblad	34 %	11 %	28 %
Tid mellan rutor	4 %	8 %	6 %
Gångtid i ruta	28 %	52 %	38 %
Registrering o. bearb.	21 %	26 %	21 %
Flygbildstolkning	13 %	3 %	7 %

Flygbildstolkningen svarar alltså för en ganska ringa andel av totala resurserna. De låga siffrorna för förändringsfallen beror på att ingen tolkning behövs för de permanenta rutorna vid tillfälle 2. Värdena ovan gäller för 500 timmar totalt och utan tillfälliga rutor i förändringsfallen (Alt. I och Alt. II).

D. Tillståndsskattningarna har, med 500 timmars resurs, stora medelfel, 44, 4.0 och 2.5 i antalet per kartblad för de tre parametrarna. De sanna antalen är 228, 8.7 och 3.7 (per kartblad) så de relativa medelfelen är 19 %, 46 % och 68 %. Förändringsskattningarna har medelfelen 3.0, 1.1 och 0.48 för Alt. I och 5.5, 0.74 och 0.49 för Alt. II. Förändrings-skattningen för variabeln ”alla träd” är alltså mycket låg (1.5 – 2 % av sanna antalet).

E. Optimum är vad man säger ”flackt”, d.v.s om parametervärdena ändras från optimum ganska avsevärt så förändras medelfelen i ringa grad. För värdena  $N = 40$ ,  $n = 12.4(13)$ ,

$\lambda_1 = 0.12$  och  $\lambda_2 = 0.8$  blir de tre medelfelen för Alt.I lika med 3.17, 1.2 och 0.49 och för Alt. II blir de 5.9, 0.73 och 0.46 (att jämföra med parametervärdena i A ovan och medelfelen i D). För tillståndsfallet saknas för tillfället värde, men medelfelet för skattning av totala antalet stiger till gissningsvis drygt 50, medan de två övriga nog ändras bara marginellt.

F. En sammanfattning av A - E kan vara att (för Östergötlands 520 kartblad) och resursen 500 timmar kan man inte räkna med någon högre grad av precision vad gäller skattningar av tillstånd. För förändringsskattningar torde värden på antalet kartblad,  $N$ , mellan 40 och 60 vara lämpligt och då hamnar antalet  $n$  av rutor att flygbildstolka på mellan 12-13 och 8 (för  $N = 60$ ). Andelarna väljs då  $\lambda_1 = 0.12$  och  $\lambda_2 = 0.8$ .

Anm.1: I beräkningarna ovan ligger inte de tillfälliga ”utbyteskartbladen” med. De 500 timmarna för förändringsskattningarna gäller bara permanenta rutor. Antingen får resurserna ökas på med cirka 167 timmar (för 25 % -igt utbyte) eller så får medelfelen ökas på något ovan och antalet kartblad  $N$  minskas. En förändring i resurstillgången ska inte förändra parametrarna  $n$ ,  $\lambda_1$  eller  $\lambda_2$ , utan  $N$ . Ett tillskott av tillfälliga kartblad sänker framför allt medelfelen i tillståndsskattningarna, ungefär proportionellt mot kvadratroten av resurstillgången.

Anm.2: Som antytts ovan blir, med utbyteskartblad, den första inventeringen något mer resurskrävande än de senare, eftersom redan tolkade rutor inte behöver tolkas på nytt. För att få ner medelfelet i tillståndsskattningarna kan man även tänka sig ett större sampel av extra, tillfälliga kartblad vid det allra första inventeringstillfället.



## UTLOTTNINGAR

### Utlottning av rutor för tolkning

Förf. brukar göra egna datorprogram i samband med mer komplexa utlottningar. Annars finns möjligheten att använda Excel. Med satsen =RAND() eller =SLUMP() får man ett slumpstal i den Excelruta man står. ”Drar” man sedan nedåt får man en hel räkka av slumpstal. Ska man använda detta för att lotta ut 13 rutor bland de 100 som finns i ett kartblad (varje ruta med 500 meters sida) så gör man enklast följande:

1. Först numreras alla rutor i kartbladet (logiskt i alla fall), t.ex. med 1-10 i norra raden, 11-20 i nästa o.s.v
2. Skapa en räkka slumpstal med Excel. Om första slumpstalet är 0.378123 så är ruta nummer 38 första utvalda rutan. Vi använder alltså de två första siffrorna (egentligen multiplicerar vi med 100) och notera att vi ska *höja* till närmaste heltal. Slumpstalet 0.0045241 resulterar alltså i ruta nummer 1, och 0.9957563 i ruta nummer 100.
3. Man fortsätter med nästa slumpstal på samma sätt, tills man lottat ut det antal rutor som är bestämt. Om slumpstal ger en ruta som redan är utlottad (säg att det femte slumpstalet blir 0.371326 i vårt exempel ovan) tar man nästa slumpstal i räkkan. Ska man lotta ut säg 13 rutor är det därför bäst att ”dra” så att man har ett redigt överskott.

Man får se upp en smula med Excel härvidlag. Om man efter att ha skaffat sig en räkka slumpstal och sedan gör något (vad som helst) i Excel ändrar sig slumpstalen om man inte ”låst” dem (förf. vet inte hur det går till, men tror det går).

Ska konstens alla regler följas skall nya utlottningar av säg 13 rutor per kartblad göras för varje nytt kartblad. I och för sig skulle det räcka med en enda utlottning och sedan använda den för samtliga kartblad för att man kan säga att lottningen är slumpmässig överallt, men man bildar då faktiskt något som kallas kluster. Det kan ju också inträffa att den första utlottningen ger fler intilliggande rutor och det vore inte roligt att ha samma mönster överallt. Om man vill begränsa lottningsförfarandet kan man åtminstone göra så att man lottar säg 5 mönster som man sedan tar i tur och ordning alltefter kartbladen.

Ovanstående ger inte systematiska mönster, eller ens en garanterat god spridning av rutorna. Med 13 rutor skulle man kunna tänka sig att först välja ett slumpstal mellan 1 och 8, eftersom  $100/13 \approx 8$  (i Excel ger då lämpligen 0-0.099999 talet 1, 0.1-0.199999 talet 2, ..., 0.7-0.799999 talet 8) som då ger första rutan. Därefter väljer man var 8:e ruta. Det blir då 12 eller 13 rutor beroende på det första talet. *Det är inte livsviktigt att antalet rutor att flygbildstolka är exakt det ideala antalet* (eftersom ”uppräkning” sker per kartblad). Det resulterande mönstret blir dock långtifrån alltid perfekt. I exemplet hamnar rutorna längs diagonaler. Om t.ex. 10 rutor ska väljas kommer alla rutorna med denna metod att ligga i en och samma kolumn. Det är faktiskt inte lätt att beskriva en generell metod som passar alla antal rutor här och som ger åtminstone nästan det ideala antalet rutor. Den metod som nedan beskrivs för lottning av kartblad skulle dock kunna användas, men den måste då bli antalsanpassad. Förmodligen är det bäst att en uppsättning mönster tas fram centralt och att man sedan lokalt endast lottade bland mönstren. Alltså en lista som för varje antal innehåller något 10-tal serier med rutnummer. För varje kartblad lottar man sedan från denna lista.

### Lottning av rutor för fältbesök

Antalet rutor per kartblad för fältbesök kommer i de flesta fall att bli ganska få, varför lottningen blir enkel (behövs ej alltid). Antag att av  $n = 13$  rutor 4 stycken befanns tillhöra stratum 2 (”flera träd”)

och att 3 av dem ska fältbesökas ( $\lambda_2 = 0.8$  t.ex.). Vi ska då lotta bort en av dem, vilket vi säkert kan göra med papperslappar. Vill vi använda Excel så är den allmänna metoden följande:

1. Skapa slumpvalsräcka enligt ovan. Lås den.
2. Multiplicera slumpalen med 4 (totala antalet att lotta bland)
3. Tag resultatet av punkt 2 och välj närmast högre heltal och dessa heltal ger i tur och ordning numren på de rutor som ska besökas (eller ej besökas, beroende på hur man valt att lotta).

### Lottning av kartblad

Ett helt slumpmässigt sampel av kartblad kan lottas fram med samma metod som just beskrivits. I stället för siffran 4 i steg 2 ska man i fallet Östergötland välja siffran 520, som är totala antalet kartblad.

Nu vill vi nog ändå ha god spridning på kartbladen och ändå utföra en regelrätt lottning. Vi kan då, utan att göra för stora avsteg från puritan statistik, göra på följande sätt:

1. Antag att vi ska välja ut 52 kartblad. Det är exakt vart tionde blad. Det är bra om siffrorna går jämnt upp i varandra här och vi kan säkert (nästan) alltid jämka det ideala antalet kartblad något så att detta går.
2. Dela in området (Östergötland) i 52 delområden som vardera består av 10 intilliggande kartblad.
3. Lotta från varje delområde ut 1 styck kartblad.

Alla kartblad har samma sannolikhet att bli valt. Om delområdena innehåller olika antal kartblad får kartblad i delområden med färre kartblad än snittet en högre sannolikhet att hamna i samplet än i snitt. Är detta fallet måste dessa sannolikheter beaktas vid skattningarna vilket komplicerar dessa en smula.

### Lottning av utbyteskartblad

Metoden ovan kan kombineras med denna lottning på följande sätt:

4. För varje delområde lottas nummer till kartbladen inom området. Med 10 kartblad ges alltså kartbladen numren 1 till 10 genom lottning. De kartblad som har nummer 1 är de som lottas ut vid första tillfället.
5. Från början lottas från vilka delområden kartbladet skall bytas ut vid tillfälle 2, tillfälle 3 etc.
6. Vid tillfälle 2 utgår kartbladen från de delområden som utlottats i punkt 5 då ska utgå. Dessa kartblad ersätts då av de kartblad som i dessa delområden har fått nummer 2 i steg 4 ovan.
7. Vid tillfälle 3, 4 etc. förfars likadant. Ett blad utgår från aktuella delområden och ersätts av kartblad med nästa nummer från samma delområde.

Notera att lottningen här bara görs en enda gång och att den i princip håller i evig tid (så länge hela områdets gränser inte ändras).

Lottningen är givetvis inte helt slumpmässig, men den gynnar inget kartblad eller ruta, alla har samma sannolikhet att hamna i samplet vid alla tillfällen etc. Medelfelsformler gäller dock aldrig strikt för dylika utlottningar (eller för systematiska utlägg), men man kan lugna sig med att de formella medelfelsformlerna ger vissa överskattningar. Det ”sanna” medelfelet är säkert något lägre, men går inte att beräkna.

## SKATTNINGAR

Inga formler presenteras här. Den allmänna beräkningsgången vid första tillståndsskattningen är enkel och är följande, så att säga ”inifrån”:

1. För varje kartblad beräknas medelvärdena av variabeln ifråga, per stratum, medelvärdet över rutorna i *kartbladet*. Notera att det innebär att vi inte behöver hålla ett visst idealt antal rutor per kartblad.
2. De två medelvärdena ovan *vägs ihop* med antalen  $n_1$  och  $n_2$ , alltså antalen i de två stratumen från flygbildstolkningen. Vikterna är alltså  $n_1/n$  och  $n_2/n$  där  $n$  är antalet flygbildstolkade rutor i kartbladet.
3. Resultatet av punkt 2 *räknas upp* till kartbladet med faktorn 100, där 100 står för totala antalet rutor i kartbladet. Vi får då en skattning av *totala antalet* av t.ex. grova lindar i kartbladet. Detta görs för alla kartblad.
4. Resultaten av punkt 3 *räknas upp* till hela området med faktorn  $M/N$ , där  $M$  är totala antalet kartblad (520 i Östergötland) och  $N$  som vanligt antalet kartblad i samplet. Vi skattar nu totala antalet i hela området. Vill vi redovisa värden i termer av ”snitt per kartblad” (som förf. gjort ovan) beräknas bara medelvärdet över resultaten i punkt 3.

Förändringsskattningarna vid tillfälle 2 kan beräknas på samma sätt, fast där man som beräkningsvariabel använder *skillnaden* mellan de två medelvärdena (punkt 1). Man skulle här också kunna använda de eventuella tillfälliga kartbladen/rutorna också, men de bidrar säkerligen ytterligt marginellt till noggrannheten.

För tillståndsskattningarna vid tillfälle 2 (och senare) kan både tillfälliga och permanenta kartblad användas. Principen är följande:

- a. De permanenta kartbladen ger *en* skattning. Skattningar enligt ovan.
- b. De tillfälliga kartbladen ger *en annan* skattning. Skattningar av tillstånden per tillfälle enligt ovan och sedan bildas differensen mellan dem.
- c. Skattningarna i a och b *vägs samman* till en s.k. *kombinationsskattning*. Vikterna väljs omvänt proportionellt mot skattningarnas varianser (kvadrater på medelfelen).

Medelfel från samplet beräknas på standardmässigt vis (som för slumpmässiga sampel) med värdena som är resultatet av punkt 3 ovan. För kombinationsskattningen används vikterna även här, på ett icke-komplicerat sätt.

## Grunddesign med formler

Vi har en population om  $M$  stycken kartblad (om  $5 \times 5$  km).

Vi tar från denna ett sampel om  $N$  stycken, OSU (utan återläggning).

Varje kartblad är uppdelat i  $m$  rutor om  $a \times a$  meter ( $a = 1000, 500$  el.  $250$ ,  $m$  blir därefter)

Från samplade kartblad samplas  $n$  rutor. Dessa  $n$  rutor flygbildtolkas och delas upp i två strata, stratum 1 omfattar rutor med "här syns inga eller nästan inga grova träd", stratum 2 med "här finns grova träd". Det blir  $n_1$  resp.  $n_2$  rutor,  $n_1 + n_2 = n$

Från stratum nr  $k$  väljs proportionen  $\lambda_k$  av de  $n_k$  ut OSU för fältinventering (k och för dessa antas samtliga grova träd bli identifierade och uppmätta. Vi sätter  $r_k = \lambda_k \cdot n_k$ .

Om  $n_1$  eller  $n_2$  är lika med 0 blir motsvarande  $r_k$  det också.

Fältinventeringen sker i princip genom bältesinventering med 50 meters total bältesbredd. (Detta kräver höggradig uppmärksamhet)

## SKATTNING AV TOTALT ANTAL

Sätt  $\bar{y}_{kj}$  = medelvärde av de  $r_{kj}$  observationerna, stratum  $k$  blad  $j$

Då skattas bladtotalet för blad nr  $j$  med

$$(1) \quad \hat{Y}_j(b) = \frac{m}{n} \cdot (n_{1j} \cdot \bar{y}_{1j} + n_{2j} \cdot \bar{y}_{2j})$$

och totalen för hela populationen med

$$(2) \quad \hat{Y} = \frac{M}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \hat{Y}_j(b)$$

De enskilda  $y$ -värdena är i regel antal träd av viss typ inom ruta, men kan också vara diameter etc.

## VARIANS (ELLER MSE) FÖR SKATTNINGEN $\hat{Y}$

Variansen för  $\hat{Y}/M$ , alltså för skattningen per kartblad är (se "Härledning")

$$\begin{aligned} V(\hat{Y}/M) &= \frac{1}{M^2} \cdot V(\hat{Y}) = \\ &= \frac{1}{N} \left[ S_Y^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} p_{2j} (\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^2 p_{kj} s_{kj}^2 \right] + \\ &+ \frac{1}{Nn} \left[ m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} p_{2j} (\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^2 (1 - p_{kj}) s_{kj}^2 \right] + \end{aligned}$$

$$+ \frac{1}{Nn\lambda_1} \cdot m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} s_{1j}^2 + \frac{1}{Nn\lambda_2} \cdot m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{2j} s_{2j}^2 - \frac{1}{M} \cdot S_Y^2$$

där (se ovan för övriga beteckningar)

$$S_Y^2 = \frac{\sum_{j=1}^M (Y_j - \bar{Y})^2}{M - 1} \quad (Y_j = \text{totalen för kartblad nr } j)$$

$$p_{kj} = m_{kj} / m \quad (m_{kj} = \text{antal rutor i stratum } k \text{ för kartblad nr } j)$$

$$\mu_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{m_{kj}} y_{ij}^{(k)}}{m_{kj}} \quad (\text{medelvärde av } y, \text{ stratum } k, \text{ över rutor inom kartblad } k)$$

$$s_{kj}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{m_{kj}} (y_{ij}^{(k)} - \mu_{kj})^2}{m_{kj} - 1} \quad (\text{variansen för } y, \text{ stratum } k, \text{ över rutor inom kartblad } k)$$

### ”KOSTNADSFUNKTION” FÖR DESIGNEN

Som kostnad används tidsåtgång. Det innebär att vi antar att 1 timmes flygbildstolkning kostar (ungefär) lika mycket som 1 timmes fältinventering och 1 timmes bilresa. Om så är långtifrån fallet måste en lämplig om-skalning göras för vissa kostnadslag.

Vi har följande ”kostnader” och gör antagandena nedan:

1. Transport till och från ett kartblad (fält). Tid  $C_1$  per kartblad.  $C_1 = 120$  minuter
2. Transport mellan rutor inom kartblad (fält). Tid  $C_2$  per ruta (även till första rutan).  $C_2 = 20$  minuter.
3. Inventering inom ruta. Här antas att man går längs parallella linjer och inventerar i bälten, med halva bältesbredden (synsträcka)  $b$  meter. Avståndet mellan linjer blir därmed  $2b$  meter. Till tiden räknas också den tid det tar att ta sig till och från inventeringslinjen till träd som upptäcks. Gånghastigheten antas vara 2 minuter per 100 meter. Den totala tiden per inventerad ruta blir då lika med

$$C_3 = \frac{2}{100} \left( \frac{a^2}{2b} + b \cdot T + 2a \right) \text{ minuter}$$

där  $a$  = längden av rutsidan och  $T$  = antalet träd i rutan

4. Registrering och bearbetning av data (inkl. det som görs på rummet). Det antas att de

totala tiden för detta är 10 minuter per träd. Det gör per ruta tiden  $C_4 = 10 \cdot T$  per ruta.

5. Kostnad för flygbildstolkningen. Det antas att tiden per ruta är 8, 5 eller 3 minuter beroende på om rutsidans längd är 1000, 500 eller 250 meter. Kostnaden betecknas  $C_5$ .

Anm. 1. Tidsåtgångarna avser givetvis de genomsnittliga. Det måste påpekas att tidsåtgångarna till mycket stor del är att betrakta som hypotetiska.

Anm. 2. För posterna 3 och 4 får vi två värden beroende på antalet rutor och genomsnittet av antalet träd (värdet på  $T$ ) för de två stratumen (se nedan).

Anm. 3. Samma kostnadsfunktion och kostnader antas för återinventering.

Den totala (förväntade) tiden för de olika posterna blir därmed

1.  $N \cdot C_1$

där  $N$  = antal kartblad

2.  $N \cdot n \cdot C_2 \cdot (\lambda_1 \cdot \bar{p}_1 + \lambda_2 \cdot \bar{p}_2)$

där  $\bar{p}_k = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{kj}$  (medel proportionen rutor i stratum  $k$ , medel över alla kartblad)

3.  $N \cdot n \cdot (\lambda_1 \cdot C_{31} + \lambda_2 \cdot C_{32})$

där  $C_{3k} = \frac{2}{100} \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{kj} \left( \frac{a^2}{2b} + b \cdot T_{kj} + 2a \right)$

och där i sin tur  $T_{kj}$  = medelantal träd för rutor i stratum  $k$ , kartblad  $j$  (0 om sådana rutor saknas för kartbladet) ( $T_{kj} = \mu_{kj}$  för variabeln "alla träd")

4.  $N \cdot n \cdot (\lambda_1 \cdot C_{41} + \lambda_2 \cdot C_{42})$

där  $C_{4k} = C_4 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{kj} \cdot T_{kj}$

5.  $N \cdot n \cdot C_5$

För bestämning av optimala  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  är det lämpligt att skriva totala kostnaden på formen

$$C_T = N \cdot C_1 + N \cdot n \cdot C_5 + N \cdot n \cdot \lambda_1 \cdot D_{31} + N \cdot n \cdot \lambda_2 \cdot D_{32}$$

där  $D_{31} = \bar{p}_1 \cdot C_2 + C_{31} + C_{41}$

Analogt kan vi skriva variansen (se variansformeln ovan)

$$V(\hat{Y}/M) = \frac{V_1}{N} + \frac{V_2}{N \cdot n} + \frac{V_{31}}{N \cdot n \cdot \lambda_1} + \frac{V_{32}}{N \cdot n \cdot \lambda_2} - \frac{S_Y^2}{M}$$

### OPTIMAL RESURSTILLDELNING

Minimering av variansen till given totaltid  $C_T$  kan nu göras relativt enkelt med Lagranges multiplikatormetod. Vi får de optimala värdena (allokeringen)

$$N^* = \Lambda \cdot \sqrt{\frac{V_1}{C_1}} \quad n^* = \sqrt{\frac{V_2 \cdot C_1}{V_1 \cdot C_5}}$$

$$\lambda_1^* = \sqrt{\frac{V_{31} \cdot C_5}{V_2 \cdot D_{31}}} \quad \lambda_2^* = \sqrt{\frac{V_{32} \cdot C_5}{V_2 \cdot D_{32}}}$$

där

$$\Lambda = \frac{C_T}{\sqrt{V_1 \cdot C_1} + \sqrt{V_2 \cdot C_5} + \sqrt{V_{31} \cdot D_{31}} + \sqrt{V_{32} \cdot D_{32}}}$$

Formlerna är här givna på ett sätt som är beräkningsmässigt lämpligt. Det är dock svårt att genomsåda hur enskilda värden (tidsåtgångar) påverkar den optimala allokeringen.

Men de stora dragen i allokeringen kan ändå inses utan formler:

- Är variationen (väsentligen  $V_1$ ) mellan kartbladens totalvärden stor skall  $N$  väljas stort, såvida inte kostnaden ( $C_1$ ) är hög
- Är variationen (över kartblad) ( $V_2$ ) mellan de två stratumens medelvärden (per ruta) stor bör antalet rutor  $n$  för tolkning per kartblad väljas stort, speciellt om kostnaden ( $C_5$ ) för tolkningen är låg. Eftersom vi bara har två stratum är variationen ekvivalent med skillnaden. Om det är stor skillnad i  $y$  (medelantalen) mellan stratumen är det viktigt att vi får stora sampel från dem. Är skillnaden liten spelar stratifieringen ingen roll. Givetvis påverkas antalet rutor per kartblad av hur många kartblad vi ska välja (totala antalet rutor är  $N \cdot n$ ).
- Ju större variation det är mellan rutor inom kartblad ju fler av dem bör vi inventera i fält, om det inte kostar för mycket. Det är väsentligen vad  $\lambda_1^*$  och  $\lambda_2^*$  säger.

Parametern  $\Lambda$  (lambda, stora lambda mer bestämt) är direkt proportionell mot totala resurstilldelningen  $C_T$ . Detta innebär att vid förändrad resurstilldelning så förändras ökar  $N$  lika mycket och det innebär också att antal rutor *totalt* ökar i samma takt.

## Härledning av variansformler

### DESIGN

Vi tar ett sampel OSU om  $N$  kartblad (av  $M$ ). Inom varje kartblad tas ett sampel om  $n$  rutor som flygbildstolkas. Rutorna klassas i två strata "få träd" och "fler än få träd", varvid  $n_1$  resp.  $n_2$  hamnar i stratumen (varierar mellan kartblad). Av de  $n_1$  resp.  $n_2$  tas

sampel OSU om  $r_1$  resp.  $r_2$  av rutor vilka inventeras i fält. I huvudsak antas nedan att

$r_1$  och  $r_2$  väljs proportionella mot  $n_1$  och  $n_2$ , alltså  $r_1 = \lambda_1 \cdot n_1$  och  $r_2 = \lambda_2 \cdot n_2$ . Värdena på  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$  väljs (i princip) optimalt för given kostnadsfunktion.

### A. Varians för skattning av bladtotalet (den knepiga biten)

Vi betraktar skattningen av bladtotalet,

$$\hat{Y} = \frac{m}{n} (n_1 \bar{y}_1 + n_2 \bar{y}_2)$$

där  $\bar{y}_i$  är medelvärdet av  $r_i$  observationer (OSU av  $n_i$ ). Index  $j$  för blad utelämnas här.

Sanna antalet individer i de två stratumen betecknas  $m_1$  och  $m_2$  ( $m_1 + m_2 = m$ ). De är okända.

Betinga först m.a.p (värdena!)  $n_1$  och  $n_2$  (i samplet om  $n$ ), inte samplen. Det gäller att

$$E_2(\hat{Y}) = \frac{m}{n} (n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2) \quad \text{där } \mu_i \text{ är medel per individ i stratum nr } i$$

$$V_2(\hat{Y}) = \left(\frac{m}{n}\right)^2 \left[ n_1^2 \left(1 - \frac{r_1}{m_1}\right) \cdot \frac{s_1^2}{r_1} + n_2^2 \left(1 - \frac{r_2}{m_2}\right) \cdot \frac{s_2^2}{r_2} \right]$$

där  $s_i^2$  = variansen mellan rutor i stratum nr  $i$

Notera att  $fpc$  ska vara  $1 - r_i / m_i$ , inte  $1 - r_i / n_i$ . Nu är  $r_i / m_i$  okänt, men kan approximeras med  $(r_i / n_i) \cdot (n / m)$

Variabeln  $n_i$  har en hypergeometrisk fördelning så

$$E(n_i) = n \cdot m_i / m = n \cdot p_i$$



$$V(n_i) = n \cdot \frac{m_i(m - m_i)}{m^2} \cdot \frac{(m - n)}{(m - 1)} = -Cov(n_1, n_2)$$

och

$$E(n_i^2) = \frac{n \cdot m_i}{m(m - 1)} [(m_i - 1)(n - 1) + m - 1] \approx np_i(np_i + 1 - p_i)$$

Vi får därför

$$V_1 E_2(\hat{Y}) = \left(\frac{m}{n}\right) \cdot V(n_1)(\mu_1 - \mu_2)^2 \approx \frac{m}{n}(m - n)p_1 p_2 (\mu_1 - \mu_2)^2$$

och för fixerade  $r_i$

$$\begin{aligned} E_1 V_2(\hat{Y}) &= \left(\frac{m}{n}\right)^2 \left[ E(n_1^2) \left(1 - \frac{r_1}{m_1}\right) \cdot \frac{s_1^2}{r_1} + E(n_2^2) \left(1 - \frac{r_2}{m_2}\right) \cdot \frac{s_2^2}{r_2} \right] \approx \\ &\approx m^2 \sum_{i=1}^2 p_i^2 \left(1 - \frac{1 - p_i}{np_i}\right) \left(1 - \frac{r_i}{m_i}\right) \cdot \frac{s_i^2}{r_i} \end{aligned}$$

För relativa  $r_i = \lambda_i n_i$  får vi

$$E_1 V_2(\hat{Y}) = \frac{m^2}{n} \sum_{i=1}^2 \frac{p_i}{\lambda_i} \left(1 - \lambda_i \cdot \frac{np_i + 1 - p_i}{m_i}\right) s_i^2$$

Den obetingade variansen för skattningen av kartbladstotalen erhålls genom

$$V(\hat{Y}) = E_1 V_2(\hat{Y}) + V_1 E_2(\hat{Y})$$

Explicit utskrivna får vi följande formel för  $V(\hat{Y}_j(b))$

$$V(\hat{Y}_j(b)) = \frac{m}{n}(m - n)p_{1j}p_{2j}(\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 + \frac{m^2}{n} \sum_{i=1}^2 \frac{p_{ij}}{\lambda_i} s_{ij}^2 - m \sum_{i=1}^2 p_{ij} s_{ij}^2 - \frac{m}{n} \sum_{i=1}^2 (1 - p_{ij}) s_{ij}^2$$

## B. Varians för skattning av populationstotalen ("standard")

Vi har

$$\hat{Y} = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N \hat{Y}_j(b)$$

där  $\hat{Y}_j(b)$  är den  $j$ :te bladttotalen i samplet, med varians enligt A ovan. Vi betraktar här i detalj endast fallet med relativa  $r_i$ .

Även här betingar, nu m.a.p samplet om  $N$  blad. Det gäller

$$E_2(\hat{Y}) = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N Y_j(b) \quad \text{där } Y_j(b) = \text{sann bladttotal}$$

$$V_2(\hat{Y}) = \left(\frac{M}{N}\right)^2 \sum_{j=1}^N V(\hat{Y}_j(b)) \quad \text{där } V(\hat{Y}_j(b)) \text{ är variansen enligt avsnitt A.}$$

Varians och förväntan över sampel ger

$$V_1 E_2(\hat{Y}) = M^2 \cdot \left(1 - \frac{N}{M}\right) \cdot \frac{S_Y^2}{N} \quad \text{där } S_Y^2 \text{ är variansen mellan bladttotaler}$$

$$E_1 V_2(\hat{Y}) = \frac{M^2}{N} \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M V(\hat{Y}_j(b))$$

Den obetingade variansen för skattningen av populationstotalen erhålls sedan genom  $V(\hat{Y}) = E_1 V_2(\hat{Y}) + V_1 E_2(\hat{Y})$  som ovan.

Insättning av formlerna i A och B och viss förenkling ger nedanstående varians, för normerade skattningen ”antal per kartblad” ( $\hat{Y}/M$ ). Formeln är skriven på ett sätt som är lämpligt för bestämning av optimala värden på  $N$ ,  $n$ ,  $\lambda_1$  och  $\lambda_2$ , för given kostnad.

$$\begin{aligned} V(\hat{Y}/M) &= \frac{1}{M^2} \cdot V(\hat{Y}) = \\ &= \frac{1}{N} \left[ S_Y^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} p_{2j} (\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^2 p_{ij} s_{ij}^2 \right] + \\ &+ \frac{1}{Nn} \left[ m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} p_{2j} (\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 - m \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^2 (1 - p_{ij}) s_{ij}^2 \right] + \end{aligned}$$

$$+ \frac{1}{Nn\lambda_1} \cdot m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{1j} s_{1j}^2 + \frac{1}{Nn\lambda_2} \cdot m^2 \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M p_{2j} s_{2j}^2 -$$

$$- \frac{1}{M} \cdot S_Y^2$$

där alltså  $j$  står för kartbladet och  $i$  (eller 1 och 2) för stratumet.

### C. Varians för skattning av förändring mellan två tillfällen, oberoende sampel

Vi antar här att vi tar ett nytt, oberoende, sampel om  $N$  kartblad och  $i$  dessa  $n$  rutor vid ett senare tillfälle (tillfälle 2). Vi får två skattningar,  $\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$  och skillnaden i populationsvärdena mellan dessa tillfällen skattas med differensen  $\hat{D}_T = \hat{Y}(2) - \hat{Y}(1)$ . Vi antar att både  $N$  och  $n$  är desamma vid bägge tillfällena. Vi har då (där index  $T$  står för "tillfälliga", d.v.s. ej permanenta)

$$\hat{D}_T = \hat{Y}(2) - \hat{Y}(1) = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N (\hat{Y}_j(2, b) - \hat{Y}_j(1, b))$$

I och med att samplen av kartblad är oberoende gäller att

$V(\hat{D}_T) = V(\hat{Y}(2)) + V(\hat{Y}(1))$  och sätter vi här in uttrycken i avsnitt B får vi, om vi antar att  $S_Y^2$  är approximativt lika stort vid bägge tillfällena (som det bör vara)

$$V(\hat{D}_T) \approx M^2 \cdot \left(1 - \frac{N}{M}\right) \cdot \frac{2 \cdot S_Y^2}{N} + \frac{M^2}{N} \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (V(\hat{Y}_j(2, b)) + V(\hat{Y}_j(1, b)))$$

Den andra summan beräknas enligt sista formeln i avsnitt A. Olika  $p_{ij}$  etc. antas vid de två inventeringarna.

### D. Varians för skattad förändring mellan två tillfällen, permanenta blad (halvpermanent)

Vi antar här att samplet av kartblad är detsamma vid de två tillfällena, men att vi tar nya, oberoende, sampel om  $n$  rutor vid det senare tillfälle (tillfälle 2). Vi får som ovan i C två skattningar,  $\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$  och skillnaden i populationsvärdena mellan dessa tillfällen skattas med differensen  $\hat{D} = \hat{Y}(2) - \hat{Y}(1)$ . Vi antar att  $n$  är detsamma. Vi har då

$$\hat{D} = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N (\hat{Y}_j(2, b) - \hat{Y}_j(1, b))$$

Vi får (jfr avsnitt B)

$$E_2(\hat{D}) = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N (Y_j(2,b) - Y_j(1,b)) = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N D_j(b) \quad \text{där } D_j(b) \text{ är sann}$$

differens, blad  $j$

$$V_2(\hat{D}) = \left(\frac{M}{N}\right)^2 \sum_{j=1}^N (V(\hat{Y}_j(2,b)) + V(\hat{Y}_j(1,b))) \quad (\text{de två bladsamplena antogs}$$

oberoende)

Man kan förmoda att  $V(\hat{Y}_j(2,b)) \approx V(\hat{Y}_j(1,b))$  så  $V_2(\hat{D}) \approx 2 \cdot V(\hat{Y}_j(1,b))$ , men detta används ej nedan.

I nästa steg (som i avsnitt B)

$$V_1 E_2(\hat{D}) = M^2 \cdot \left(1 - \frac{N}{M}\right) \cdot \frac{S_D^2}{N} \quad \text{där } S_D^2 \text{ är variansen av totaldifferenser över}$$

kartblad

$$E_1 V_2(\hat{D}) = \frac{M^2}{N} \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (V(\hat{Y}_j(2,b)) + V(\hat{Y}_j(1,b)))$$

och sedan använder vi  $V(\hat{D}) = E_1 V_2(\hat{D}) + V_1 E_2(\hat{D})$

Termen  $E_1 V_2(\hat{D})$  är densamma som i avsnitt C.

Anm. I variansuttrycken i C och D är andra termen densamma medan det är skillnad i första termen. Här är  $S_D^2$  är med all säkerhet mycket mindre än  $2S_Y^2$  och det är det som gör att permanenta kartblad är överlägset tillfälliga för skattning av differens.

### **E. Varians för skattad skillnad mellan två tillfällen, permanenta blad och rutor (helpermanent)**

Vi antar här att vi har  $N$  permanenta kartblad och att även de rutor som inventerades första gången återinventeras.

Förändringen skattas som ovan, med

$$\hat{D} = \frac{M}{N} \sum_{j=1}^N (\hat{Y}_j(2, b) - \hat{Y}_j(1, b))$$

och för  $E_2(\hat{D})$  gäller samma formel som i avsnitt D ovan. Däremot blir det förändring i  $V_2(\hat{D})$ , som beräknas enligt samma mall som formeln (upprepas här)

$$V(\hat{Y}_j(b)) = \frac{m}{n} (m-n) p_{1j} p_{2j} (\mu_{1j} - \mu_{2j})^2 + \frac{m^2}{n} \sum_{i=1}^2 \frac{p_{ij}}{\lambda_i} s_{ij}^2 - m \sum_{i=1}^2 p_{ij} s_{ij}^2 - \frac{m}{n} \sum_{i=1}^2 (1-p_{ij}) s_{ij}^2$$

där det här gäller att

- $p_{1j}$  och  $p_{2j}$  är de värden som gällde vid tillfälle 1 (liksom stratifieringen,  $n$  och  $\lambda_i$ )
- $\mu_{1j}$  och  $\mu_{2j}$  är sanna medelvärden av *differenserna* mellan tillfällena i de två stratumerna
- $s_{ij}^2$  är varianserna över i rutorna i *differenserna* mellan tillfällena

Anm. Stratifieringen görs med tanke på en *tillståndsskattning* och då är det effektivt att stratifiera efter "storlek". För förändringsskattning är det av samma skäl effektivt att stratifiera efter storlek på förändring. Vi kan dock ej ändra på en stratifiering i ett helperpermanent kartblad.

## F. Skattning vid partiell permanentning.

Antag att vi av de  $N$  vid första tillfället samplade kartbladen väljer ut  $N_0 < N$  (OSU) och att dessa (hel eller halv) permanentas och att vi vid tillfälle 2 samplar  $N_1 = N - N_0$  nya, OSU bland de icke permanentade, som till antalet är  $M - N_0$ . (Detta hindrar inte att vissa kartblad utanför de  $N_0$  ändå kan bli samplade vid både tillfälle 1 och 2 eftersom samplen ska vara oberoende).

Skattningen av differensen är inte självklar. Vi har två möjliga primära skattningar, nämligen 1) använda differensen från de permanenta bladen och 2) använda differensen från de tillfälliga (ej permanenta). Intuitivt är den förra bättre, men den andra ger också information. Egentligen har vi fyra skattningar vi kan använda:

$\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$  - för tillstånden från permanenta samplet, och  
 $\hat{X}(1)$  och  $\hat{X}(2)$  - för tillstånden från de två tillfälliga

Dessa fyra kan sammanvägas linjärt till en differensskattning (index  $G$  för "generell")

$$\hat{D}_G = \alpha \cdot \hat{Y}(2) + \beta \cdot \hat{X}(2) - \gamma \cdot \hat{Y}(1) - \delta \cdot \hat{X}(1)$$

som är väntevärdesriktig bara  $\alpha + \beta = 1$  och  $\gamma + \delta = 1$

De fyra parametrarna ( $\alpha, \dots, \delta$ ) kan sedan väljas så att variansen för  $\hat{D}_G$  minimeras.

Detta leder till relativt trassliga formler. Av erfarenhet (intuition och matematiska bevis) vet man att minimivärdet inte är ”skarpt”, d.v.s man får praktiskt taget samma varians för andra parametervärden än de optimala - det räcker om man väljer dem rimligt nära dessa.

Om vi därför gör följande förenklingar:

- 1) Bortser från de ytterligt svaga korrelationer som finns mellan de fyra skattningarna, då med undantag av den starka korrelationen mellan  $\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$ .
- 2) Antar att varianserna för  $\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$  är lika och lika med  $C/N_0$  där  $C$  är en konstant. ( $N_0$  vara antalet permanenta kartblad i samplet)
- 3) Antar att varianserna för  $\hat{X}(1)$  och  $\hat{X}(2)$  är lika och lika med  $C/N_1$  (samma  $C$ )
- 4) Betecknar korrelationskoefficienten mellan  $\hat{Y}(1)$  och  $\hat{Y}(2)$  med  $\rho$  så erhålls den bästa linjärkombinationen, betecknad  $\hat{D}_K$ , med

$$\hat{D}_K = w \cdot \hat{D}_P + (1-w) \cdot \hat{D}_T$$

där  $\hat{D}_P = \hat{Y}(2) - \hat{Y}(1)$  och  $\hat{D}_T = \hat{X}(2) - \hat{X}(1)$

och den optimala vikten  $w = \frac{N_0}{N_0 + N_1(1-\rho)}$

Rimligtvis är  $\rho$  nära 1 och flertalet kartblad permanenta vilket gör att  $w$  blir nära 1. De tillfälliga kartbladen ger då nästan ingen information om förändringen.

Notera att den optimala vikten beror på  $\rho$ , som i sin tur beror på vilken variabel vi betraktar. Vi skulle alltså behöva ta fram nya vikter för varje ny variabel. I praktiken kan vi dock nöja oss med en eller ett par vikter beroende på om vi tror att korrelationskoefficienten  $\rho$  är hög eller mycket hög.

Not 1. Givetvis vet vi att antagandena 1-3 ovan inte är sanna. De är dock säkerligen inte längre från sanningen än att den resulterande skattningen  $\hat{D}_K$  är så bra man i praktiken kan åstadkomma.

Not 2. Min-variansen blir, med antagandena 1-3, lika med

$$V(\hat{D}_K) = \frac{2C(1-\rho)}{N_0 + N_1(1-\rho)}, \text{ och denna minimeras, som väntat, i sin tur med}$$

$N_0 = N$  och  $N_1 = 0$  (enbart permanenta kartblad).

Not 3. Variansformeln i not 2 gäller bara under antagandena 1-3 och är inte den korrekta.

Den korrekta, för godtycklig vikt  $w$  ges i nästa avsnitt

### G. Varians för skattning av förändring

Vi använder, med beteckningar enligt avsnitt E, skattningen

$$\hat{D}_K = w \cdot \hat{D}_P + (1 - w) \cdot \hat{D}_T$$

där  $\hat{D}_P = \hat{Y}(2) - \hat{Y}(1)$  och  $\hat{D}_T = \hat{X}(2) - \hat{X}(1)$  för någon vikt  $w$ .

Variansen för  $\hat{D}_K$  är då approximativt

$$V(\hat{D}_K) = w^2 \cdot V(\hat{D}_P) + (1 - w)^2 \cdot V(\hat{D}_T)$$

där  $V(\hat{D}_P)$  är variansen enligt avsnitt D, med  $N = N_0$  och  $V(\hat{D}_T)$  är den enligt avsnitt C, med  $N = N_1$ .

Approximativt eftersom de svaga kovarianserna mellan t.ex.  $\hat{Y}(2)$  och  $\hat{X}(2)$  har utelämnats (de är av storleksordningen  $-S_Y^2 / M$ ).

### G. Tillståndsskattning vid tillfälle 2.

De tillfälliga samplen gav inte mycket bidrag till skattningen av förändringen. Det kan vara intressant att se om de ger bidrag till skattningen av tillståndet vid tillfälle 2. Vi har då samma fyra skattningar att tillgå som i avsnitt E och kan bilda linjärkombinationen

$$\hat{Y}_G = \alpha \cdot \hat{Y}(2) + \beta \cdot \hat{X}(2) - \gamma \cdot \hat{Y}(1) - \delta \cdot \hat{X}(1)$$

som skattning av tillståndet vid tillfälle 2. Denna skattning är nu väntevärdesriktig om bivillkoren  $\alpha + \beta = 1$  (samma som i E) och  $\gamma + \delta = 0$  (nytt) är uppfyllda.

Med samma antaganden (1-3) som i avsnitt F får vi de optimala vikterna

$$\alpha = \frac{N_0 / N}{1 - \rho^2 \cdot N_1^2 / N^2}, \quad \beta = 1 - \alpha, \quad \gamma = \frac{\rho \cdot N_0 N_1 / N^2}{1 - \rho^2 \cdot N_1^2 / N^2}, \quad \delta = -\gamma$$

Här utnyttjas (givetvis) det tillfälliga samplet vid tillfälle 2, men vi kan även utnyttja samplen från tillfälle 1.

Not. Man kan bestämma optimalt  $N_0$  (och  $N_1$ ) genom att minnera den resulterande variansen. Optimalt  $N_0 = N \cdot \sqrt{1 - \rho^2} / (1 + \sqrt{1 - \rho^2})$ . Här ser vi att om korrelations-koefficienten mellan de två tillfällena är hög (nära 1) så är det optimalt att ha mycket få permanenta kartblad. Att det inte är orimligt kan inses genom att se den bakomliggande logiken i skattningen som är

”Tillståndet vid tillfälle 2 får vi genom att 1) sampla vid tillfälle 2 och 2) sampla vid tillfälle 1 och utnyttja dess förändring”.

Om förändringen är ”tydlig” (korrelationskoefficient nära 1) behöver vi inte många observationer för att skatta den. Det är då bättre att satsa på två stora tillfälliga sampel.

Notera dock att denna not endast gäller skattningen av tillståndet vid tillfälle 2. För skattning av förändring är det bäst att ha bara permanenta kartblad.



## Appendix 1

### Protokoll för inventering av särskilt skyddsvärda träd

ÅGP-def.: jättesträd (>314 cm), mkt gamla träd (gran, tall, ek och bok >200 år, övriga >140 år), hålträd (>125 cm) gäller även döda träd.  
Andra träd som ska inventeras: döda träd (>125 cm), hamlade träd (allat)

Observatör (obl.)	Förnamn, Efternamn
Datum (obl.)	åååå-mm-dd
Lokalnamn	Närmaste gård alt. fastighet
500m-ruta, ID-nummer	Numeriskt ekokartblad+rutnr
Syfte	8. Basinv N2000, 11. Uppf N2000, 12. MÖV, 13. ÅGP, 14. Skötsel-/bevarandeplan, 15. Regional inv, 16. Enstaka fynd, 17. Övrigt
Objekt, ID-nummer	Standardiserat nr för skyddade områden alt. kod för N2000
Län	Länskod
Kommun	Kommunkod
Efterföljare i 500-metersruta/objekt	Trädslag
	antal träd 0,10-0,49m diameter
	antal träd 0,50-0,99m diameter
	Trädslag
	antal träd 0,10-0,49m diameter
	antal träd 0,50-0,99m diameter
	Trädslag
	antal träd 0,10-0,49m diameter
	antal träd 0,50-0,99m diameter
	Trädslag
	antal träd 0,10-0,49m diameter
	antal träd 0,50-0,99m diameter

Träd-ID (obl) Varje träd måste för import till trädportal ha ett unikt ID	1	2	3	4	5
Longitud/Öst (obl.)					
Latitud/Nord (obl.)					
Koordinattyp (obl.)	1. SWEREF99 TM, 2. WGS84, 3. RT90				
Noggrannhet (obl.)	1, 5, 10, 25, 50, 100 m				
Trädslag	val enligt lista, Appendix 2				
Trädstatus	1.levande, 2 dött stående, 3. dött liggande, 4. ej återfunnet				
Vitalitet (%)					
Stamomkrets (cm)					
Hälstadium (endast det största hälet anges)	1. Inga hål synliga, 2. Ingångshål <10cm diameter, 3. Ingångshål 10-19 cm diameter, 4. Ingångshål 20-29 cm diameter, 5. Ingångshål > 30 cm diameter				
Specifisering (hålplacering)	1. Ovan mark, 2. Med markkontakt				
Mulmvolym	1. Mulmvolym ej bedömningsbar, 2. <10 liter, 3. >10 liter <1m3, 4. >1m3				
Åtgärdsbehov	1. Akut, 2. Snart 3-10 år, 3. Framtida >10 år, 4. Inget				
Karaktärsdrag	1. Ej bedömt, 2. Stackmyror, 3. Brandspår, 4. Spärrgrenigt träd, 7. Barklös stamved, 8. Savflöde, 9. Övrigt, 10. Askskottsjuka, 11. Almsjuka, 12. Toppbrott/toppkapat, 13. Stora delar av kronan beskuren eller avbruten				
Hamlingsträd	1. Trädet är ett hamlingssträd, 2. Trädet är inget hamlingsträd				
Grendiameter på hamlingsträd, cm (0 om nyhamlat)	Genomsnittlig diameter på grenar som skjuter ut kring senast hamlingspunkt				
Vedartad vegetation ytan under trädets krona.					
Buskar inklusive hassel och en.	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Sly och unga träd	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Lövträd och tall	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Gran	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Vedartad vegetation från kronans trädprojektion till 5 meter utanför kronprojektion					
Buskar inklusive hassel och en.	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Sly och unga träd	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Lövträd och tall	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Gran	1. Ingen veg., 2. < 25%, 3. 25-75%, 4. > 75%				
Omgivning (inom 50 m, maximalt 3 klasser kan anges)	1. Allé, 2. Vägkant, 3. Kyrkogård, 4. Park, 5. Tomt, 6. Lövsog, 7. Barrskog, 8. Blandskog, 9. Hygge, 10. Gräsmark, 13. Åker/vall, 14. Vatten, 15. Bebyggelse, 16. Övrigt				
Åtgärder och markanvändning (inom 50 m)	1. Avverkning, 3. Bete, 4. Rójning/gallring, 5. Markarbete, 6. Slätter, 8. Inget, 9. Övrigt				
Rödlistade arter och signalarter	Art				
	Antal				
	Enhet: 1. Individer, 2. Plantor, 3. Fruktkroppar, 4. cm2, 5. dm2, 6. Bålar, 7. Tuvor				
	Art				
	Antal				
Allmänna kommentarer (fritext)	Enhet: 1. Individer, 2. Plantor, 3. Fruktkroppar, 4. cm2, 5. dm2, 6. Bålar, 7. Tuvor				

## Appendix 2

Valbara trädarter i bokstavsordning

Svenskt namn	Vetenskapligt namn
alar	<i>Alnus</i>
almar	<i>Ulmus</i>
alpgullregn	<i>Laburnum alpinum</i>
amerikanskt häggkörsbär	<i>Prunus pensylvanica</i>
apel	<i>Malus domestica</i>
aplar	<i>Malus</i>
aprikos	<i>Prunus armeniaca</i>
ask	<i>Fraxinus excelsior</i>
asklönn	<i>Acer negundo</i>
asp	<i>Populus tremula</i>
avarönn	<i>Sorbus teodori</i>
avarönn (aggregat)	<i>Sorbus teodori agg.</i>
avenbok	<i>Carpinus betulus</i>
avokado	<i>Persea americana</i>
axlönn	<i>Acer spicatum</i>
balkanlönn	<i>Acer heldreichii</i>
balkanoxel	<i>Sorbus graeca</i>
balsamgran	<i>Abies balsamea</i>
balsampoppel	<i>Populus balsamifera</i>
banksianatall	<i>Pinus banksiana</i>
bergeek	<i>Quercus petraea</i>
berggran	<i>Abies lasiocarpa</i>
berghemlock	<i>Tsuga mertensiana</i>
bergkörsbär	<i>Prunus sargentii</i>
bergoxel	<i>Sorbus latifolia</i>
bergtall	<i>Pinus mugo</i>
berlinerpoppel	<i>Populus x berolinensis</i>
björkal	<i>Alnus alnobetula</i>
björkar	<i>Betula</i>
blyerts-en	<i>Juniperus virginiana</i>
blågran	<i>Picea pungens</i>
bohuslind	<i>Tilia platyphyllos</i>
bok	<i>Fagus sylvatica</i>
bungerönn	<i>Sorbus faohraei</i>
bärapel	<i>Malus baccata</i>
cembratall	<i>Pinus cembra</i>
coloradogran	<i>Abies concolor</i>
contortatall	<i>Pinus contorta</i>
daggvide	<i>Salix daphnoides</i>

dahurlärk	<i>Larix gmelinii</i>
dammvide	<i>Salix x stipularis</i>
douglasgran	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
druvfläder	<i>Sambucus racemosa</i>
dvärglönn	<i>Acer monspessulanum</i>
ekar	<i>Quercus</i>
en	<i>Juniperus communis</i>
en oxel	<i>Sorbus decipiens</i>
en oxel	<i>Sorbus rotundifolia</i>
engelmannsgran	<i>Picea engelmannii</i>
engelsk poppel	<i>Populus x generosa</i>
falskt korkträd	<i>Tetradium daniellii</i>
finnoxel	<i>Sorbus hybrida</i>
fläder	<i>Sambucus nigra</i>
fontänpil	<i>Salix x pendulina</i>
forrestgran	<i>Abies forrestii</i>
fujigran	<i>Abies veitchii</i>
garderönn	<i>Sorbus atrata</i>
ginkgo	<i>Ginkgo biloba</i>
glanshägg	<i>Prunus serotina</i>
glansolvon	<i>Viburnum lentago</i>
glasbjörk	<i>Betula pubescens</i>
gran	<i>Picea abies</i>
granar	<i>Picea</i>
grekgran	<i>Abies cephalonica</i>
grå valnöt	<i>Juglans cinerea</i>
gråal	<i>Alnus incana</i>
gråpoppel	<i>Populus x canescens</i>
grönpil	<i>Salix x fragilis</i>
gudaträd	<i>Ailanthus altissima</i>
gulblommig hästkastanj	<i>Aesculus flava</i>
gultall	<i>Pinus ponderosa</i>
hagtornar	<i>Crataegus</i>
hassel	<i>Corylus avellana</i>
hemlock	<i>Tsuga canadensis</i>
hiba	<i>Thujopsis dolabrata</i>
himalayatall	<i>Pinus wallichiana</i>
hybridalm	<i>Ulmus x hollandica</i>
hybridasp	<i>Populus x wettsteinii</i>
hybridgran	<i>Picea x lutzii</i>
hybridgullregn	<i>Laburnum x watereri</i>
hybrididegran	<i>Taxus x media</i>
hybridlärk	<i>Larix x marschlinsii</i>
hybridpil	<i>Salix x meyeriana</i>
häckoxel	<i>Sorbus mougeotii</i>

hagg	<i>Prunus padus</i>
hästkastanj	<i>Aesculus hippocastanum</i>
idegran	<i>Taxus baccata</i>
idegranar	<i>Taxus</i>
japansk lärk	<i>Larix kaempferi</i>
japansk ädelcypress	<i>Chamaecyparis obtusa</i>
japanskt prydnadskörsbär	<i>Prunus serrulata</i>
jolster	<i>Salix pentandra</i>
junitamarisk	<i>Tamarix parviflora</i>
jättehlock	<i>Tsuga heterophylla</i>
jättepoppel	<i>Populus trichocarpa</i>
jättetuja	<i>Thuja plicata</i>
kanadalärk	<i>Larix laricina</i>
kanadapoppel	<i>Populus x canadensis</i>
karminapel	<i>Malus x atrosanguinea</i>
kaskadgran	<i>Abies procera</i>
kaskadpil	<i>Salix x sepulcralis</i>
katalpa	<i>Catalpa bignonioides</i>
katsura	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>
kaukasisk vingnöt	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>
kinesisk en	<i>Juniperus chinensis</i>
kinesisk poppel	<i>Populus simonii</i>
kinesträd	<i>Koelreuteria paniculata</i>
klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>
klippoxel	<i>Sorbus rupicola</i>
knäckepil	<i>Salix euxina</i>
knäckepil (aggregat)	<i>Salix fragilis</i> agg.
kopparhäggmispel	<i>Amelanchier laevis</i>
koreagran	<i>Abies koreana</i>
korstörne	<i>Gleditsia triacanthos</i>
krikon/plommon	<i>Prunus domestica</i>
kryptomeria	<i>Cryptomeria japonica</i>
kustgran	<i>Abies grandis</i>
kvitten	<i>Cydonia oblonga</i>
körsbärskornell	<i>Cornus mas</i>
körsbärspplommon	<i>Prunus cerasifera</i>
lagerhagg	<i>Prunus laurocerasus</i>
lagerpoppel	<i>Populus laurifolia</i>
ligustersyren	<i>Syringa reticulata</i>
lindar	<i>Tilia</i>
luddhagtorn	<i>Crataegus orientalis</i>
lundalm	<i>Ulmus minor</i>
lärk	<i>Larix decidua</i>
lärkar	<i>Larix</i>
lönnar	<i>Acer</i>

maackia	<i>Maackia amurensis</i>
makedonisk tall	<i>Pinus peuce</i>
manchurisk valnöt	<i>Juglans mandshurica</i>
mandel	<i>Prunus dulcis</i>
mandelpil	<i>Salix triandra</i>
mannaask	<i>Fraxinus ornus</i>
naverlönn	<i>Acer campestre</i>
nikkogran	<i>Abies homolepis</i>
nordmannsgran	<i>Abies nordmanniana</i>
norskoxel	<i>Sorbus obtusifolia</i>
nutkacypress	<i>Cupressus nootkatensis</i>
näverhägg	<i>Prunus maackii</i>
olivträd	<i>Olea europaea</i>
ontariopoppel	<i>Populus x jackii</i>
oregongran	<i>Abies lowiana</i>
orientgran	<i>Picea orientalis</i>
oxel	<i>Sorbus intermedia</i>
oxlar	<i>Sorbus</i>
pagodkornell	<i>Cornus controversa</i>
pagodträd	<i>Styphnolobium japonicum</i>
papegojbuske	<i>Parrotia persica</i>
pappersbjörk	<i>Betula papyrifera</i>
parkaralia	<i>Aralia elata</i>
parklind	<i>Tilia x europaea</i>
persika	<i>Prunus persica</i>
pichtagran	<i>Abies sibirica</i>
pindrowgran	<i>Abies pindrow</i>
platan	<i>Platanus x hispanica</i>
popplar	<i>Populus</i>
prakthäggmispel	<i>Amelanchier lamarckii</i>
prunusar	<i>Prunus</i>
purpurapel	<i>Malus x purpurea</i>
päron	<i>Pyrus communis</i>
robinia	<i>Robinia pseudoacacia</i>
rosenapel	<i>Malus floribunda</i>
rumsask	<i>Radermachera sinica</i>
rödal	<i>Alnus rubra</i>
rödask	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
rödblommig hästkastanj	<i>Aesculus carnea</i>
rödek	<i>Quercus rubra</i>
röden	<i>Juniperus scopulorum</i>
rönn	<i>Sorbus aucuparia</i>
rönnsamak	<i>Rhus typhina</i>
sammetsvide	<i>Salix dasyclados</i>
serbgran	<i>Picea omorika</i>

shensigran	<i>Abies chensiensis</i>
sibirisk apel	<i>Malus prunifolia</i>
sibirisk lärk	<i>Larix sibirica</i>
silvergran	<i>Abies alba</i>
silverlind	<i>Tilia tomentosa</i>
silverlönn	<i>Acer saccharinum</i>
silverpoppel	<i>Populus alba</i>
sitkagran	<i>Picea sitchensis</i>
skidhickory	<i>Carya ovata</i>
skogsalm	<i>Ulmus glabra</i>
skogsek	<i>Quercus robur</i>
skogslind	<i>Tilia cordata</i>
skogslönn	<i>Acer platanoides</i>
smalbladig silverbuske	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
sorgpoppel	<i>Populus tristis</i>
spanskgran	<i>Abies pinsapo</i>
sporrhagtorn	<i>Crataegus crus-galli</i>
styvbarrig tall	<i>Pinus rigida</i>
sumpcypress	<i>Taxodium distichum</i>
surkörsbär	<i>Prunus cerasus</i>
svart valnöt	<i>Juglans nigra</i>
svartgran	<i>Picea mariana</i>
svartpoppel	<i>Populus nigra</i>
svarttall	<i>Pinus nigra</i>
svensk häggmispel	<i>Amelanchier confusa</i>
sydgullregn	<i>Laburnum anagyroides</i>
sylihagtorn	<i>Crataegus x persimilis</i>
sälg	<i>Salix caprea</i>
sötkörsbär	<i>Prunus avium</i>
tall	<i>Pinus sylvestris</i>
tallar	<i>Pinus</i>
tatarlönn	<i>Acer tataricum</i>
trädhagtorn	<i>Crataegus submollis</i>
tuja	<i>Thuja occidentalis</i>
tulpanträd	<i>Liriodendron tulipifera</i>
turkisk ek	<i>Quercus cerris</i>
turkisk hassel	<i>Corylus colurna</i>
turkisk lönn	<i>Acer cappadocicum</i>
tysklönn	<i>Acer pseudoplatanus</i>
tyskoxel	<i>Sorbus torminalis</i>
tårpil	<i>Salix babylonica</i>
ussurigran	<i>Abies holophylla</i>
valnöt	<i>Juglans regia</i>
vejsel	<i>Prunus mahaleb</i>
weymouthtall	<i>Pinus strobus</i>

viden	<i>Salix</i>
vildapel	<i>Malus sylvestris</i>
vildpäron	<i>Pyrus pyraster</i>
virginiapoppel	<i>Populus deltoides</i>
vitbladigt päron	<i>Pyrus salicifolia</i>
vitgran	<i>Picea glauca</i>
vitoxel	<i>Sorbus aria</i>
vitpil	<i>Salix alba</i>
vitt mullbär	<i>Morus alba</i>
vresalm	<i>Ulmus laevis</i>
vårtbjörk	<i>Betula pendula</i>
ädelcypress	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
ädelgranar	<i>Abies</i>
äkta kastanj	<i>Castanea sativa</i>
ärtcypress	<i>Chamaecyparis pisifera</i>