Länsstyrelsen
GOTLANDS LÄN

Almpopulationens framtid på Gotland





Rapporter om natur och miljö | Rapport nr 2020:14

Almpopulationens framtid på Gotland

Jan Stenlid

Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi,

SLU

Box 7026

750 07 Uppsala

Titel: Almpopulationens framtid på Gotland
Rapportnummer: 2020:14
ISSN: 1653–7041
Rapportansvarig/Författare: Jan Stenlid.
Foto |omslagsbild: Frisk almallé på Gotland och almsjukedödad almallé i Halland.
Foto Karin Wågström
Utgiven av: Länsstyrelsen i Gotlands län
Tryckår: 2020
Tryckeri: Länsstyrelsen i Gotlands län, Visby

Rapporten finns att hämta i PDF-format på Länsstyrelsens webbplats:
www.lansstyrelsen.se/gotland

Innehållsförteckning

Sammanfattning	sid 2
Bakgrund. Almsjukeutvecklingen fram till 2020	sid 4
Växtpatologiskt r-värde	sid 7
Almpopulationens storlek och dynamik	sid 8
Förhållande mellan diameter och ålder	sid 8
Naturlig mortalitet	sid 9
Jämförelse sanerade almar och den stående populationen	sid 10
Vad kommer att hända framöver. Scenarier fram till år 2100.	sid 10
Populationsutvecklingen i de olika scenarierna	sid 12
Kommer träd från dagens almpopulation att finnas kvar?	sid 17
Långsiktig överlevnad	sid 17
Diskussion	sid 18
Litteraturförteckning	sid 20

Sammanfattning

Almen utgör ett karaktärsträd på Gotland. Den är tillsammans med andra ädla lövträd som ask och ek, ett viktigt träd i lövängarna som är ett mycket artrikt ekosystem. Lövängarna är en produkt av ett traditionellt jordbruk med anor från medeltid och förmodligen ännu längre tillbaka och har även ett högt kulturellt värde. Till almen finns också en stor artrikedom och biologisk mångfald kopplad. År 2005 upptäcktes almsjuka på Gotland, en sjukdom som kan ödelägga hela populationen av biologiskt värdefulla almträd och den artrikedom som är knuten till träden. Almsjukan, orsakad av en svamp som sprids med hjälp av almsplintborrar, har sedan första världskriget grasserat i de flesta almskogarna i Europa så att typiskt mer än 95 % av de gamla almarna har dött. Det förtjänar att påpekas att Gotlands almpopulation är unik i ett europeiskt perspektiv som den största relativt oangripna almpopulationen idag.

Ett saneringsprogram har pågått sedan 2006 där sjuka almar fälls och destrueras så att almsplintborren inte ska kunna föröka sig okontrollerat och sprida almsjukesvampen till friska träd. Fram till år 2019 har ca 63 000 träd sanerats av en tidigare uppskattad almpopulationen om ca 1 miljon träd. Syftet, att få behålla den värdefulla populationen av alm om än i reducerad storlek, har hittills upprätthållits. Modellsimuleringar visar att programmet har varit mycket framgångsrikt när det gäller att minska smittspridningen och att det finns indikationer på att de insatser och erfarenheter som gjorts fram till nu även skapar förutsättningar för ett kostnadseffektivare arbete i fortsättningen. Men programmet kräver en stor arbetsinsats och den långsiktiga nyttan har ifrågasatts. Frågorna kan delas upp i olika nivåer. Är verkligen almpopulationen så stor som det tidigare antagits? Om den är mindre, är inte dagens saneringsåtgärd så hård så att de biologiska värdena knutna till populationen försvinner ändå på längre sikt? Är det då motiverat att satsa resurser på att hålla kvar träden en tid? Om populationen är livskraftig med sanering, har man kvar träd som har de kvaliteter som befrämjar artrikedom och biologisk mångfald? Kan en sanering ge tid till inväxning från mindre träd så att biologiskt värdefulla träd ”fylls på”?

Syftet med den här rapporten är att belysa olika framtidsscenarier för hur almpopulationen utvecklas vid olika saneringsintensiteter.

En rapport från riksskogstaxeringen med fältarbete under 2020 visade att det finns ca 2,24 miljoner almar på Gotland idag. Det finns alltså mer alm än man tidigare trott. De flesta (1,94 miljoner) är under 10 cm i diameter (höjd över 1,3 m) och angrips bara i begränsad omfattning av almsjuka. Klena träd har generellt också lägre kultur- och miljövärden och analysen har därför riktats mot att belysa förändringar i populationen av äldre och grövre träd.

Beräkningarna i denna rapport visar att om man upphör med bekämpningen kommer almar med en diameter över 10 cm att vara angripna och döda inom 15 år. Visserligen kommer det att finnas en inväxt från klenare dimensioner, men den kommer mycket snabbt också att bli angripen. Resultatet är en almpopulation med klena träd som inte fungerar som habitat för en stor del av den biologiska mångfalden. Liknande resultat erhålls om man tappar i effektivitet i bekämpningsarbetet så att almsjukan får en ökad spridning. Det triggar ett behov av ökade saneringsåtgärder på längre sikt. Skulle behovet vara dubbelt så stort som dagens kommer man enligt beräkningarna inte att behålla en livskraftig population av alm grövre än 10 cm på Gotland till år 2100. Vilket även innebär förlust av biologisk mångfald och kulturella värden.

Om bekämpningen fortsätter på dagens nivå kommer man långsiktigt till år 2100 att kunna ha en almpopulation med äldre och grövre träd som är i storleksordningen hälften så stor som dagens. Då kommer också en del av dagens population av gamla och värdefulla träd att finnas kvar.

Det är troligt, utgående från den tendens som funnits de senaste fem åren, att en effektiv sanering kommer att minska almsjukespridningen långsiktigt så att ett mindre behov av sanering finns i framtiden. Denna tendens kan förstärkas genom en effektivisering av övervakning och inventering av nya angrepp. I scenariot med ett framtida halverat behov av sanering jämfört med dagens nivå skulle almpopulationen kunna behållas på minst tre fjärdedelar av dagens storlek. Då kommer också en större del av träd med höga värden för biologisk mångfald att överleva till år 2100.

Beräkningar gjordes också för ett längre tidsperspektiv på 200 år. Då ger både bekämpning på dagens nivå och en effektiviserad bekämpning med mindre sjukdomsspridning och hälften så många sanerade träd en livskraftig population. I beräkningsalternativet med en effektivare bekämpning och något högre inväxning från klenare träd är populationsstorleken fortfarande 90 % av dagens.

Sammanfattningsvis kan man säga att om man tappar avsevärt i bekämpningseffektivitet eller helt slutar med bekämpningen kommer man mycket snabbt förlora de grövre, äldre och mest biologiskt och kulturellt värdefulla almträden på Gotland. Med dagens effektivitet av bekämpning kan man långsiktigt behålla en population av grövre och äldre almträd. En effektivare bekämpning kommer långsiktigt att bli billigare eftersom färre träd då behöver saneras och den skulle också ge en större population av almträd på Gotland.

Även ett kortsiktigt uppehåll med bekämpningen kommer att ge en omfattande och svårreparerad massdöd hos almen inom en femårsperiod. Den samhällsekonomiska kostnaden för att hantera denna kvartsmiljon träd med diametrar över 10 cm som dör initialt vid en avbruten bekämpning bör också tas med i beräkningen.

Bakgrund

Almsjukeutvecklingen fram till 2020

Almsjuka orsakas av *Ophiostoma ulmi* och *O. novo-ulmi*, två svamparter som växer i trädens kärlsystem och orsakar vissning. De första angreppen i Sverige under 1950-tal orsakades av *O. ulm*i som ger en avdödning under upp till tio år hos trädet. Sedan slutet av 1970-talet har den mer aggressiva *O. novo-ulmi*, som kan döda fullvuxna träd på två år, gradvis trängt ut *O. ulmi* i Sverige, vilket också har inträffat på Gotland. Svamparna transporteras med en insektvektor, normalt sett en almsplintborre, på Gotland är det *Scolytus multistriatus* som är dominerande. Almsplintborren äter på unga skott i kronan under försommaren och svampens sporer förs då in i såren och vidare i de ytliga ledningsbanorna hos almen. Trädet reagerar mot svamptillväxten genom att plugga igen sina kärl med tyloser. Almen är ett ringporigt träd och den senaste årsringen utför den helt dominerande vattentransporten, men träden är därför också mycket känsliga för störningar i kärlsystemet. Ju större trädet är desto längre är kärlen och desto känsligare är trädet för almsjukan.

Viktigt för dynamiken i almsjukan är att de träd som vissnar på grund av svampens angrepp fortfarande är mycket attraktiva som yngelmaterial för almsplintborren. Insekten är utan almsjukesvampen begränsad till att lägga ägg i kraftigt stressade träd. Med almsjuka öppnas ett relativt obegränsat substrat för insektens förökning. Äggläggningen sker under sommaren och utvecklingen till nästa generation flygande splintborrar blir normalt färdiga till våren-försommaren nästa år. De nya insekterna kommer att föra med sig sporer av almsjukesvampen som växer i barken där insekterna utvecklas. Bekämpningen av almsjuka bygger därför på att ta bort och destruera alla nyangripna och nydödade träd under vinterhalvåret. Almsjukan kan också sprida sig mellan grannträd via rotsammanväxningar, vilket är skälet till att även sådana träd tagits med i saneringsarbetet.

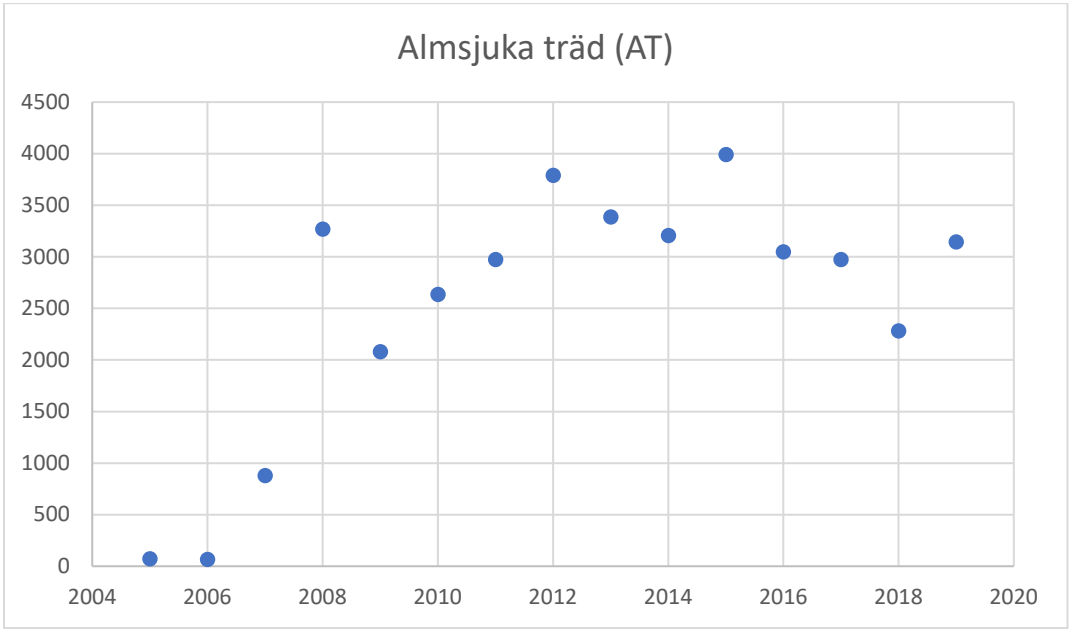


Tidigt tecken på almsjuka så kallad ”flaggning” som initierats från insektsgnag. Foto Jan Stenlid.



Almar i Örups almskog, Tomelilla, Skåne. Almsjukan observerades första gången i Örup 1978 som då hade en stor almskog, ingen bekämpning har utförts. Bilden till vänster togs 1983 där fortfarande döda stammarna från den tidigare skogen står kvar. Bilden till höger togs 2018 från samma väg där man kan se almar av klenare dimensioner vilka representerar återväxt som dött nyligen. Foto Jan Stenlid.

Almsjukan upptäcktes första gången på Gotland 2005 och blev redan från början uppmärksammad av Länsstyrelsen och Skogsstyrelsen. Ett program för motåtgärder sattes in i begränsad skala de första åren men redan 2008 med högsta ambitionsnivå (Östbrandt et al, 2017). Arbetet innebär en landskapsomfattande inventering av symptomatiska träd vilka märks upp under sommaren då vissnade grenar är synliga. Under vinterhalvåret fälls och destrueras träden för att sanera allt potentiellt yngelmaterial som kan innehålla almsplintborrar. Sedan 2007 har också så kallade riskträd, grannträd till de med symptom, tagits bort eftersom de kan ha initial symptomfri smitta via kontakter i rotsystemen. De första åren dominerade *O. ulmi* som skadesvamp medan *O. novo-ulmi*, den aggressivaste varianten, nu har tagit över i epidemin.



Figur 1. Antal almsjuka träd grövre än 10 cm i brösthöjd som fällts och sanerats per år på Gotland.

Som framgår av Tabell 1 och Figur 1 har bekämpningen varit framgångsrik såtillvida att ökningstakten på insjuknade träd har avstannat över tid. Takten har t.o.m. avtagit något de senaste åren. Initialt (2006–2008) ökade antalet insjuknande träd med en faktor 4–10 från ett år till nästa. Det motsvarar att varje sjukt träd i medeltal smittade 4–10 nya träd, en smittotakt som väldigt snart skulle ha dödat hela almpopulationen och som är högre än vad den aktuella Corona Covid 19 epidemin hade under våren 2020. Under denna period hade visserligen identifieringen av sjuka träd som kunde sprida insekter och smitta kommit igång men bekämpningen var mindre effektiv. Mellan 2008–2012 ökade antalet smittade träd med ca 600 per år. En sanering av ”riskträd” infördes fullt ut 2008 som identifierade träd intill smittade träd och som bedömdes vara i riskzonen för att få smitta via rotkontakter och som då kunde tjäna som värdar för almsplintborrens äggläggning. 2012–2015 låg antalet smittade träd på ca 3500 per år. Efter 2016 har antalet almsjukeinfekterade och sanerade almar legat på ca 3000 per år. Då har ökningstakten på smittan gått ner till under ett träd per insjuknat träd. Med den smittotakten kommer smittan långsiktigt att avta. En situation som kan jämföras med Covid 19 situationen under sommaren 2020 i Sverige.

Arbetet med almsjukebekämpning har finansierats från Länsstyrelsen, Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket. Under perioden 2015–2019 har även ett Life+ projekt med bidrag från EU varit en stor del av finansieringen till saneringsarbetet och till kringliggande aktiviteter.
Syftet med den här rapporten är att belysa olika framtidsscenarier för hur almpopulationen utvecklas vid olika saneringsintensiteter.



Saneringsarbete av almsjuka träd på Gotland. Till vänster: Fällning av markerade träd. Till höger bränning av rotsystem för att hindra föryngring av almsplintborre i stubbe.

Växtpatologiskt r-värde

I växtpatologiska sammanhang brukar man använda sig av en beskrivning av sjukdomsdynamiken som bygger på logit-värden. Dessa beskriver en exponentiell tillväxt av sjukdomen med ursprungspopulationen som bas men där hänsyn tas vid varje tidssteg till hur stor del av populationen som fortfarande finns i livet (Manion, 1981).

$r = \ln (x_2/(1-x_2)) - \ln (x_1/(1-x_1))$

där r är sjukdomsutvecklingstalet, $\ln (x_2/(1-x_2))$ är logittalet för sjukdomsfrekvensen vid tidpunkt 2 och $\ln (x_1/(1-x_1))$ är logittalet för tidpunkt 1. $x/(1-x)$ är en faktor som tar hänsyn till att en del av populationen redan har dött och därför inte kan bli infekterad.

Av Tabell 1 framgår att r-värdena initialt steg till över 2 men att allt eftersom bekämpningen gett effekt har r-värdena sjunkit under 0,10. Det är ett värde som är jämförbart eller lägre än de som uppmätts i andra aktiva bekämpningsprogram. För att behålla eller minska smittspridningen är det viktigt att hitta de flesta infekterade träd och sanera dem så att inte almsplintborren får en god förökningsframgång. Görs detta effektivt är det troligt att antalet träd som måste fällas minskar över tid.

Tabell 1. Almsjuka och riskträd (med diameter över 10 cm i brösthöjd) vilka sanerats på Gotland, Skogsstyrelsen. Ursprungspopulation 359 000 almar (2020 års population + totala antalet almsjukebekämpade träd).

År	Almsjuka träd (AT)	Riskträd (RT)	Summa (AT+RT)	Totalt AT	Totalt RT	Totalsumma	Spridningstal r
2005	71		71	71	0	71	
2006	64		64	135	0	135	0,64
2007	877	126	1003	1012	126	1138	2,13
2008	3266	6957	10223	4278	7083	11361	2,33
2009	2078	5329	7407	6356	12412	18768	0,52
2010	2635	2875	5510	8991	15287	24278	0,27
2011	2974	2000	4974	11965	17287	29252	0,20
2012	3788	1467	5255	15753	18754	34507	0,18
2013	3385	1046	4431	19138	19800	38938	0,13
2014	3206	404	3610	22344	20204	42548	0,10
2015	3991	1378	5369	26335	21582	47917	0,14
2016	3048	936	3984	29383	22518	51901	0,09
2017	2973	1780	4753	32356	24298	56654	0,10
2018	2282	940	3222	34638	25238	59876	0,07
2019	3143	463	3606	37781	25701	63482	0,07

Almpopulationens storlek och dynamik

Modellering av populationsdynamiken förutsätter att man har kunskap om modellparametrarna nyrekrytering/inväxning och mortalitet som funktion av ålder samt den nuvarande populationens storlek och åldersfördelning.

Eftersom det saknas detaljkunskap om de grundläggande parametrarna, för att beskriva egenskaperna hos almpopulationen på Gotland har vissa antaganden gjorts:

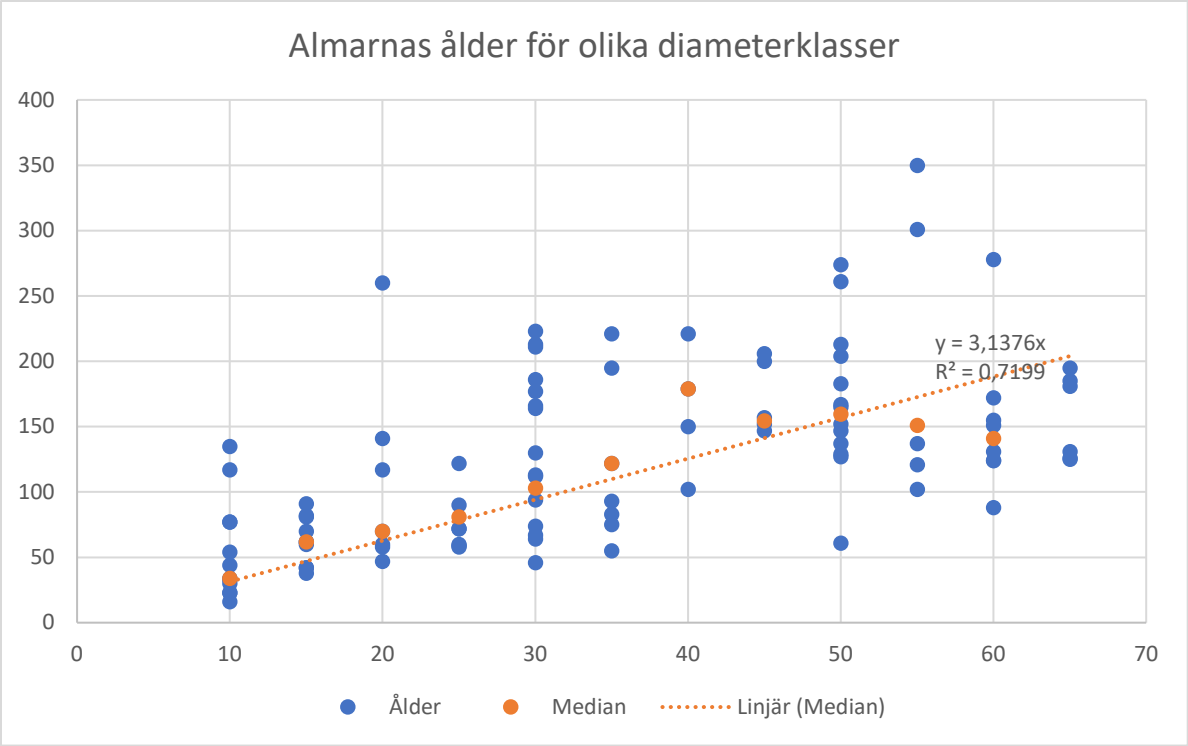
1) En opåverkad (ursprunglig) population är stabil och uppvisar varken förändring i populationsstorlek eller struktur. För den populationen behöver man få ett mått på inväxning, förflyttning mellan diameter/åldersklasser och mortalitet.
2) Populationen av yngre och klena träd (stamdiameter < 10 cm) utgör en stabil reservoar från vilken grövre/äldre träd rekryteras genom inväxt, även under nuvarande förhållanden med almsjuka och saneringsåtgärder.
3) Sannolikhet för att ett träd skall smittas av almsjuka är ungefär lika stor oberoende av vilken ålders/dimensionsklass den tillhör (tabell 3).

Förhållande mellan diameter och ålder

De flesta data som finns insamlade för den gotländska almpopulationen är relaterade till stamdiameter. För att förstå dynamiken i almpopulationen behövs därför värden på inväxning, tillväxt och avdöd som kan kopplas till diameterklasser.

En tidigare studie har visat att almens ålder är svårpredikterad baserat på parametrar som stamdiameter, höjd etc. (Linköpings universitet, 2020). För att få en sann beskrivning av åldersfördelning krävs egentligen en omfattande provtagning av ved och räknade årsringar, vilket inte varit genomförbart. Trots detta har ålder skattats baserat på stamdiameter i denna studie. Underlag för detta finns i en undersökning av gotländska almar där 99 träd undersöktes med avseende på ålder och stamdiameter. Materialet delades nu upp i klasser om 5 cm. På grund av den stora variationen i åldrar inom diameterklasserna, togs medianvärdet på ålder och ställdes mot medeldiametern. Ett medelvärde på 0,314 mm tillväxt per år erhölls för det sammanlagda materialet (Figur 2). Detta samband har sedan använts för att åldersbestämma trädklasserna i almpopulationen.

Det material som utgör en grundpelare för att analysera almpopulationen är den taxering av almförekomst på Gotland som utfördes av riksskogstaxeringen under sommaren 2020. Materialet redovisades i diameterklasserna <10 cm 10-35 cm och > 35 cm. Antalet almar i klassen under 10 cm beräknades till 1,94 miljoner på Gotland och de över 10 cm till 296 000 (Wulff, 2020).



Figur 2. Ålder på gotländska almar i olika diameterklasser. Sammanlagt mättes diameter (i cm) och ålder (årsringar) hos 99 träd (Niklasson, 2019). Medianvärdet för diameterklasserna användes för att få en genomsnittlig tillväxt hos träden. Y-axel: Ålder (år), X-axel: diameter (cm)

Naturlig mortalitet

För att skatta den naturliga mortaliteten utan hänsyn tagen till almsjuka i populationen almar utgick jag ifrån riksskogstaxeringens inventering där de faktiska stamdiameterna användes för att klassa in träden i 10-cm-klasser (Tabell 2). Jag använde det registrerade antalet almar i 10 cm diameterklasser för att beräkna den naturliga mortaliteten under antagandet att populationen befinner sig i jämvikt. Den lägsta klassen, < 10 cm) används som en bas för inväxning och för den skattas ingen mortalitet. Varje 10-cm motsvarar då 31,7 år utgående från medeltillväxt på 0,314 mm per år. Den naturliga mortaliteten kan beräknas som minskningen per år för att förflytta en klass i populationen till nästa klass. Att flytta sig mellan varje 10 cm klass tar 32 år. På den tiden dör ett antal träd. Mortaliteten per period blir: X = (antal period1 - antal period2)/antal period1. Mortaliteten per år blir X/32. Detta motsvarar i genomsnitt mortaliteten 1,6 % av populationen per år för klasserna 10–30 cm och 1,0% per år för diameterklasserna över 30 cm.

Tabell 2. Inmätta träd i olika diameterklasser (Wulff, 2020) och skattad medianålder samt mortalitet. I beräkningarna har mortaliteten 1,6 % av populationen per år för klasserna 10–30 cm och 1,0 % per år för diameterklasserna över 30 cm.

Diameterklass	Antal träd	Medianålder (år)	Mortalitet (%)
< 10	150		
10 till 20	87	48	1,32
20 till 30	37	79	1,81
30 till 40	25	111	1,02
40 till 55	9	151	1,01
> 55	1		

Jämförelse sanerade almar och den stående populationen

För att kunna beräkna effekterna av almsjukebekämpningen och ge prognoser för framtiden delade jag upp de 296 000 grövre almarna som taxerats 2020 efter den fördelning av stamdiametrar som rikstaxen taxerat, i diameterklasser som motsvarar de som redovisats vid almsjukebekämpning, dvs 10–30 cm, 30–50 cm och > 50 cm. Det gav 232 400 träd i klassen 10–30 cm, 54 400 i klassen 30–50 cm och 11 200 träd i klassen > 50 cm. Därefter gjorde jag en jämförelse mellan proportionerna av träd i de tre diameterklasserna hos de sanerade träden 2015–2019 och hos populationen som inventerades av Riksskogstaxen på Gotland 2020. Som framgår av Tabell 3 är andelen sanerade träd något högre i den lägsta och den högsta diametersklassen medan andelen sanerade träd är något lägre i den medelgrova klassen. Proportionerna är inte dramatiskt skilda och förmodligen inom felmarginalen för skattningarna. Det ger stöd för antagandet nr 3 ovan, att almsjukan drabbar relativt jämt träd som är grövre än 10 cm.

Tabell 3. Frekvens av almar i diameterklasser bland sanerade träd 2015–2019 och i riksskogstaxeringens taxering av alla almar från år 2020.

	Frekvens av diameterklasser		
	10–30 cm	30–50 cm	50 + cm
Sanerat 2015-2019	0,801	0,142	0,056
Rikstax 2020	0,78	0,182	0,038

Vad kommer att hända framöver?

Scenarier fram till år 2100

Ett antal scenarier analyserades till år 2100 (Figur 3). De utgår alla från 232 400 träd i klassen 10–30 cm, 54 400 i klassen 3050 cm och 11 200 träd i klassen >50 cm. Som jämförelse visas staplar med almpopulationen 2020 och med en tänkt population 2005 som består av värdet för 2020 + de 63 000 almar som sanerats under almsjukeprogrammet sedan 2005. I beräkningarna har jag utgått från två olika nivåer av inväxning av träd från populationen av 1,94 miljoner almar med en diameter under 10 cm. Det lägre värdet motsvarar en inväxning som ger en stabil, långvarig population utan almsjuka på 2020 års nivå och det högre värdet utgår ifrån att inväxningen även kompenserar för de träd som tagits bort i almsjukebekämpningen.

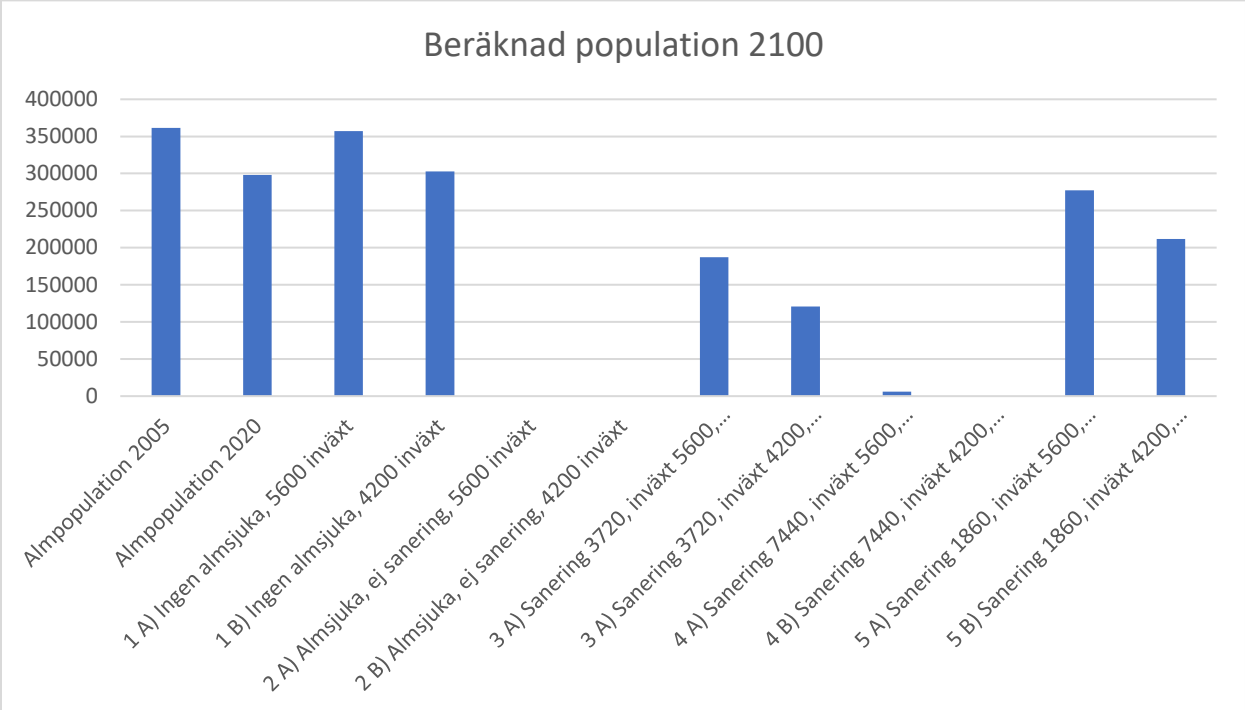
I scenario 1 beräknas den tänkta situationen att det inte skulle finnas någon almsjuka. Scenario 1 A har en inväxt på 5 600 träd per år vilket till år 2100 gör att populationen återhämtar sig till en nivå som motsvarar dagens populationsstorlek + de 63 000 träd som sanerats sedan 2005. I scenario 1 B har en inväxt med 4 200 träd per år antagits vilket balanserar det naturliga avdöendet (1,6 % per år för diameterklassen 10–30 cm och 1,0 % för grövre träd) så att populationen ligger nära dagens population på 298 000 träd med en diameter > 10 cm, i det tänkta fallet att almsjukan inte fanns.

Scenarier utan bekämpning visar en snabb kollaps av almpopulationen med en massiv död av stora träd inom 10 år (Scenario 2). Beräkningarna av en populationskollaps inom 10 år bekräftas empiriskt av utvecklingen man observerat på Öland där bekämpning inte tillämpats.

Skulle dagens nivå av sanering fortsätta kommer en stor del av almpopulationen att finnas kvar år 2100 om man tar hänsyn till att träd växer till över tid. Detta gäller både för scenarier med en högre (Scenario 3 A) och en lägre (Scenario 3 B) inväxttakt. I de båda scenarierna har ingen kompensation gjorts för att almsjukan till viss del kommer att angripa träd som hade dött en naturlig död utan almsjuka. Med andra ord ger almsjukan i beräkningarna upphov till en tydlig överdödlighet.

Den effektiva smittspridningen som sker med almsplintborrar innebär att även kortvariga avbrott i det pågående saneringsprogrammet kommer ge en mycket snabb spridning och ett behov av mer kraftfulla åtgärder. För att simulera ett sådan scenario där man tappar greppet om almsjukeutvecklingen så att dubbelt så många träd per år behöver saneras jämfört med idag, dör de grövre almarna ut fram till år 2100 (Scenario 4).

För att simulera ett fortsatt framgångsrikt och effektiviserat saneringsarbetet så att smittspridningen minskar, antogs ett scenario där hälften så många träd behöver saneras per år jämfört med dagsläget. Den beräknade populationen av grövre almar år 2100 kommer då ligga nära dagens storlek (Scenario 5).



Figur 3. Antalet almar grövre än 10 cm i stamdiameter i den gotländska populationen år 2100 under olika scenarier.

Sannolikheten för att en genomsnittlig alm ska dö beräknades också för de olika scenarierna (Tabell 4). Förutom i Scenario 1, utan almsjuka, stiger risken att dö över tid. Det är särskilt uttalat för Scenario 2 där ingen bekämpning görs. Också i Scenario 4 med ett högt tal för sanering varje år ökar risken att dö kraftigt. I de övriga scenarierna är risken mer modest.

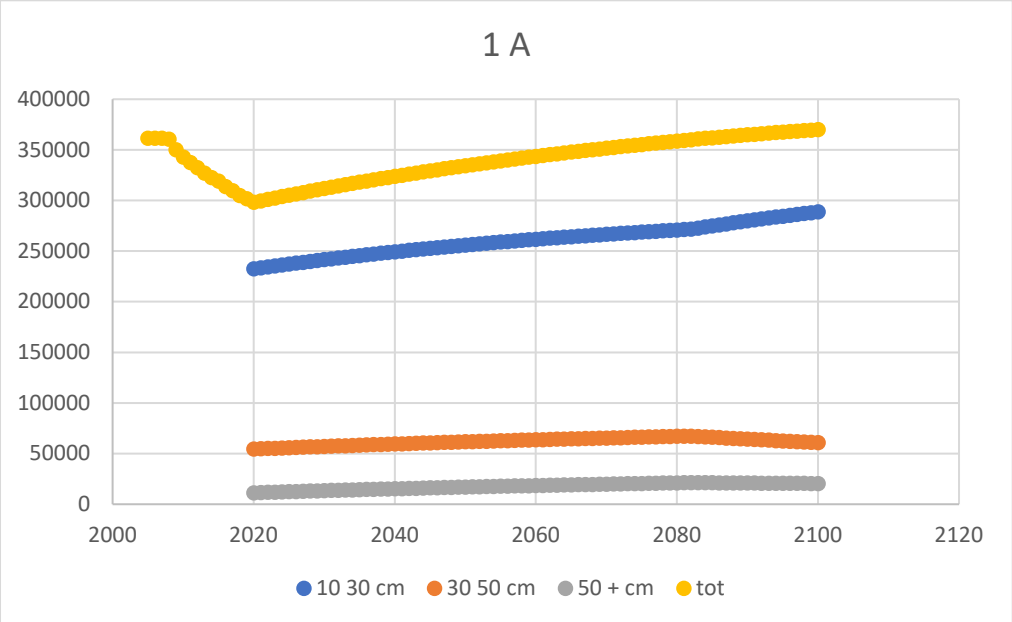
Tabell 4. Årlig sannolikhet att dö för en gotländsk alm grövre än 10 cm. Den sammanlagda årliga risken att dö är uttryckt som procent för ett slumpmässigt valt träd med en diameter över 10 cm. Sannolikheten är ett medelvärde för alla diameterklasser beräknat från det simulerade antalet döda träd per år dividerat med populationsstorleken. I scenario med almsjuka är överdödlighet inkluderad.

Scenario	**Årlig risk att dö för en alm > 10 cm i diameter (%)**			
	2021	**2025**	**2060**	**2100**
1 A) Ingen almsjuka, 5600 inväxt	1,4	1,4	1,4	1,4
1 B) Ingen almsjuka, 4200 inväxt	1,4	1,4	1,4	1,4
2 A) Almsjuka, ej sanering, 5600 inväxt	1,4	33,6		
3 A) Sanering 3720, inväxt 5600, överdödlighet	2,6	2,7	3,2	3,4
3 B) Sanering 3720, inväxt 4200, överdödlighet	2,6	2,7	3,4	4,5
4 A) Sanering 7440, inväxt 5600, överdödlighet	3,9	4,1	8,1	
4 B) Sanering 7440, inväxt 4200, överdödlighet	3,9	4,2	12,2	
5 A) Sanering 1860, inväxt 5600, överdödlighet	2,0	2,0	2,0	2,1
5 B) Sanering 1860, inväxt 4200, överdödlighet	2,0	2,0	2,0	2,1

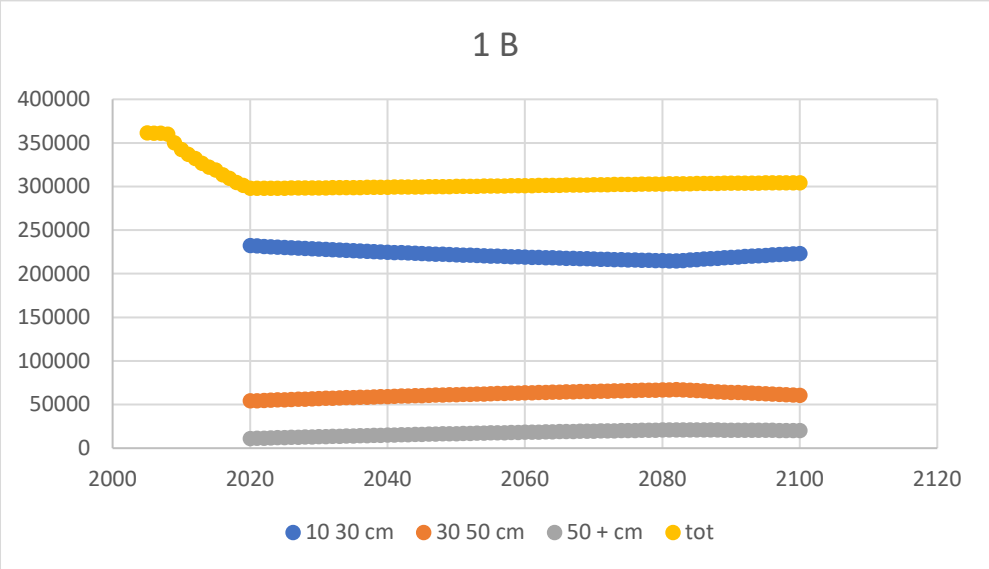
Populationsutvecklingen i de olika scenarierna

1) I scenario 1 rekonstrueras en naturlig population och populationsdynamik. I detta scenario finns ingen almsjuka framöver. Detta är självfallet orealistiskt men ger bakgrundsinformation om hur en frisk almskog skulle ha utvecklats. Två varianter testades.

   A) Inväxning av 5600 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. **Detta ger en återhämtning av populationen till år 2100 till en nivå som motsvarar den som taxerades 2020 + de 63 000 träd som sanerats sedan 2005.**

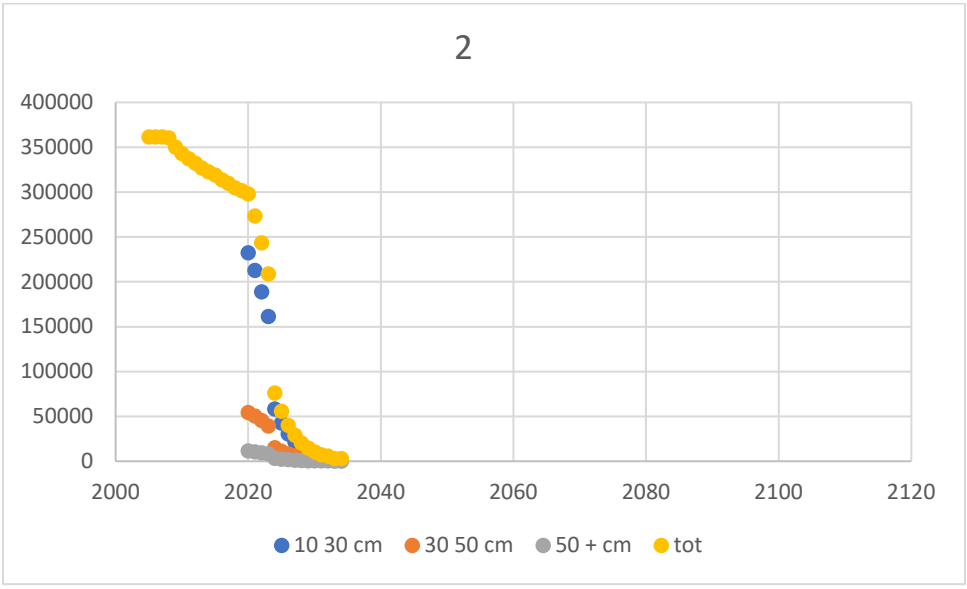


B) Inväxning av 4200 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. **Detta ger en relativt konstant populationsstorlek till år 2100 motsvarande den som taxerades 2020.**



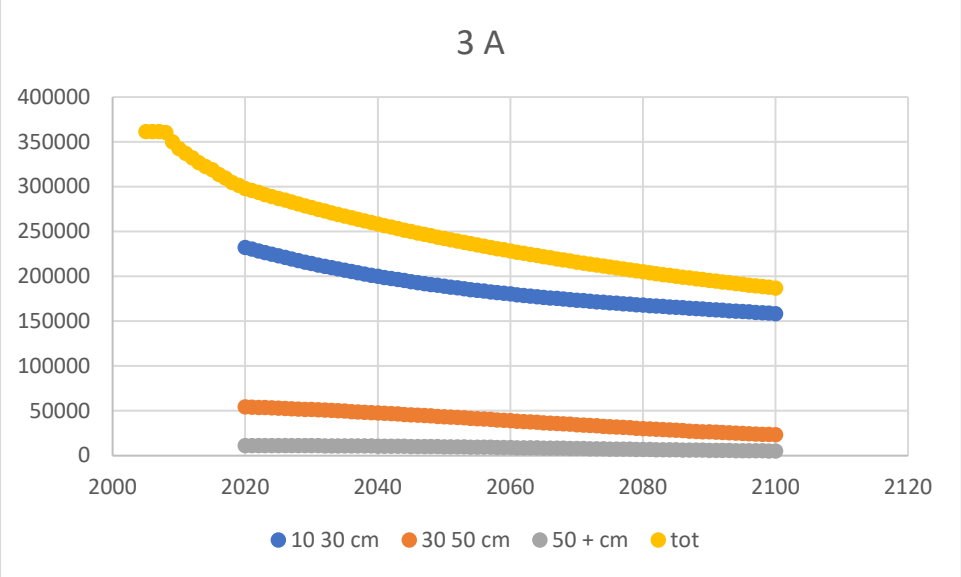
2) I scenario 2 avbryts bekämpningen från och med 2021. Den erfarenhet man har från andra lokala populationer är att spridningshastigheten av almsjuka då går upp till en nivå som fanns innan bekämpningen satts in. För att simulera detta antogs r-värden på 0,40 i växtpatologi-modellen vilket ligger i nivå med värden som beräknats från andra saneringsprogram som avbrutits. Observera att detta värde fortfarande är lägre än den ökningstakt som observerades initialt på Gotland (2006–2009).

Inväxning av 5600 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. **Almpopulationen är i princip borta till år 2035.**

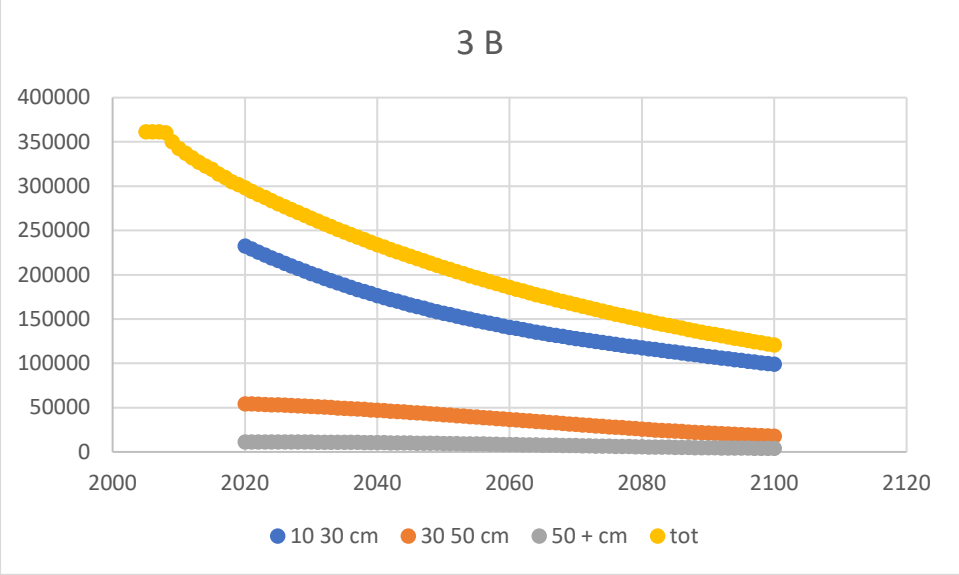


3) I scenario 3 fortsätter bekämpningen på samma nivå som de senaste åren med 3 720 träd sanerade på grund av direkt almsjuka och fällning av riskträd.

A) Inväxning av 5 600 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. Överdödligheten är de träd som avgår över den mängd som beräknas för den naturliga döden. **Populationen år 2100 utgör ca 63 % av den som taxerades 2020.**

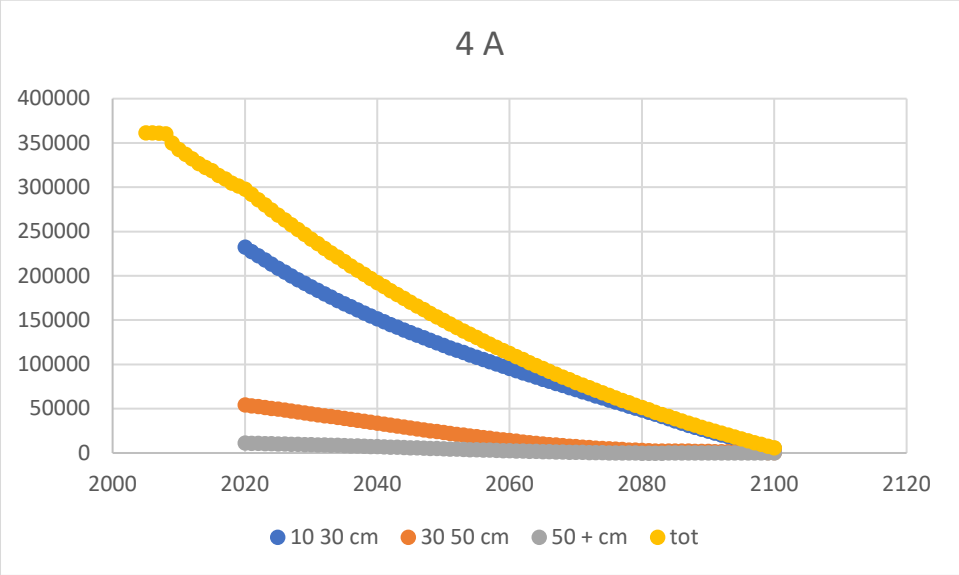


B) Inväxning av 4200 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. Överdödligheten är de träd som avgår över den mängd som beräknas för den naturliga döden. **Populationen år 2100 utgör ca 41 % av den som taxerades 2020.**

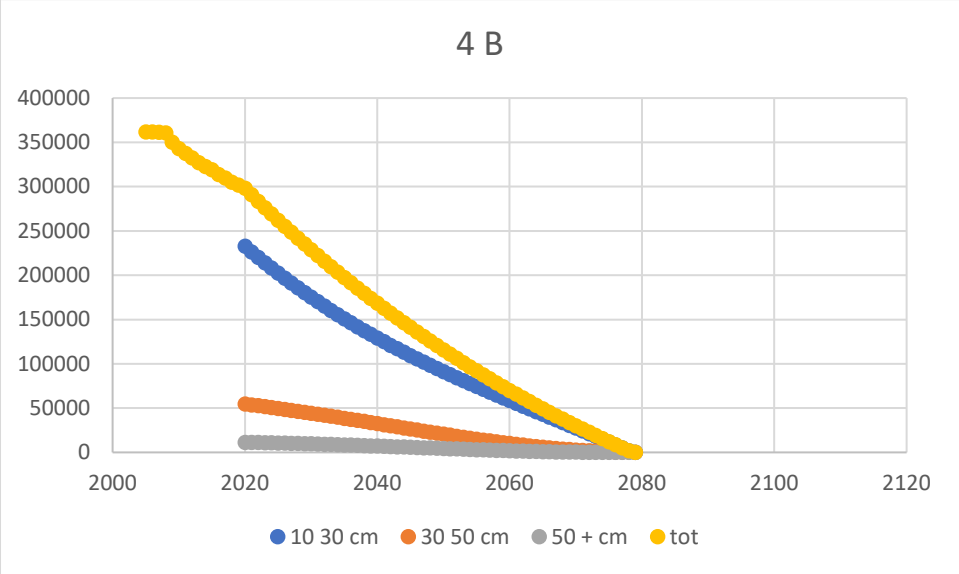


4) I scenario 4 ökar almsjukan i styrka och bekämpningen ökar till den dubbla, 7440 träd per år sanerade på grund av direkt almsjuka och riskträd. En situation som kan uppstå vid mindre effektiv lokalisering av smitta eller utebliven bekämpning under x antal år med en accelererad smittspridning som följd.

A) Inväxning av 5600 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. Överdödligheten är de träd som avgår över den mängd som beräknas för den naturliga döden. **Populationen är i princip borta år 2105.**

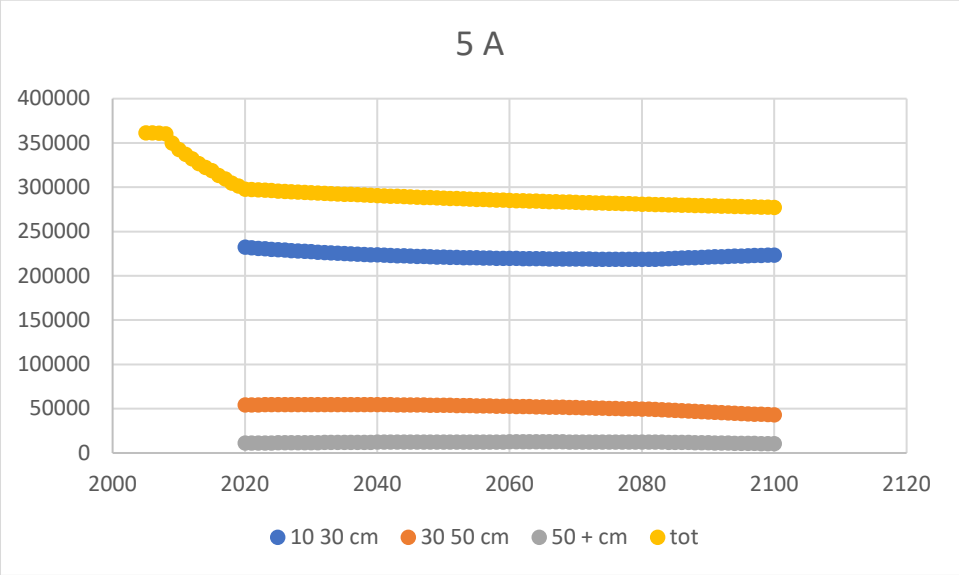


B) Inväxning av 4200 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. **Populationen är i princip borta år 2079.**

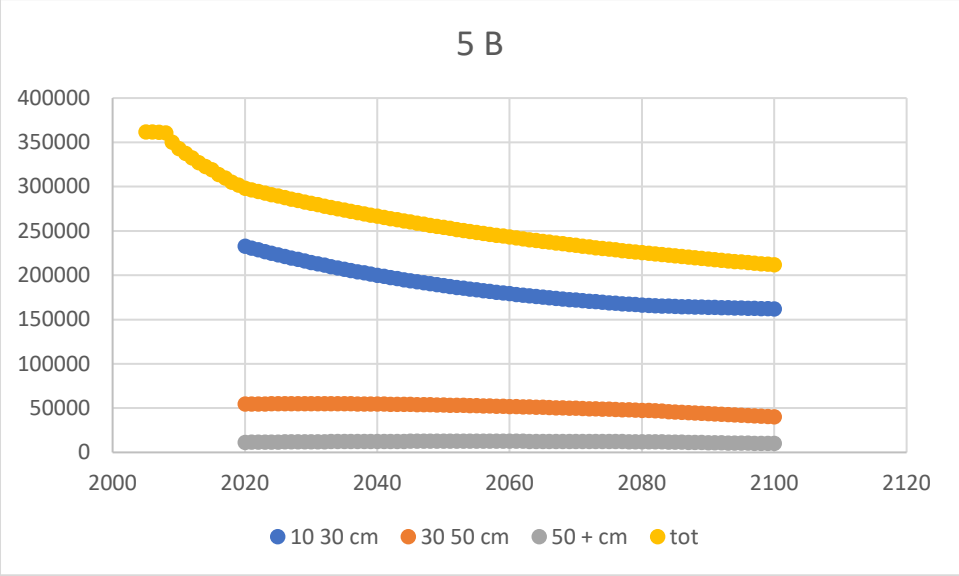


5) I scenario 5 är bekämpningen framgångsrik och effektiviserad jämfört med idag där behovet av sanering minskat till hälften, 1860 träd per år sanerade på grund av direkt almsjuka och riskträd. En situation som kan uppstå vid en framgångsrik sanering och metodutveckling av almsjukeinventering.

A) Inväxning av 5600 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. Överdödligheten är de träd som avgår över den mängd som beräknas för den naturliga döden. **Populationen år 2100 utgör ca 93 % av den som taxerades 2020.**



B) Inväxning av 4200 träd per år från populationen med 1,94 miljoner almar med diameter < 10 cm. Naturlig avgång sker med 1,6% per år för diameterklassen 10–30 cm och med 1,02% per år för klasserna > 30 cm. Ingen kompensation för överdödlighet görs. **Populationen år 2100 utgör ca 71 % av den som taxerades 2020.**



Kommer träd från dagens almpopulation att finnas kvar?

En beräkning gjordes av hur stor del av almpopulationen med en diameter över 10 cm från 2020 som överlever fram till 2100 under de olika scenarierna. Här utgick jag från att träd i storleksklassen 10–30 cm avlider med 1,6 % per år plus att sanerade träd togs med samma sannolikhet från invuxna som från kvarvarande delpopulationer (jämför tabell 2 i denna rapport). För de grövre diameterklasserna var det naturliga avdöendet 1,02 % per år och de sanerade träden togs också de med samma sannolikhet från invuxna och kvarvarande delpopulationer. Under de 80 åren från 2020 till 2100 kommer medianträden att ha vuxit med 25 cm.

Tabell 5 visar att även utan almsjuka kommer en stor del av de stora träd som finns på Gotland idag att ha dött till år 2100 av ”naturlig” avgång (Scenario 1). Totalt sett förväntas endast 31 % ha överlevt i 80 år, vilket motsvarar en konstant populationsstorlek av träd grövre än 30 cm jämfört med idag. Med en obekämpad almsjuka förloras dock alla dessa träd (Scenario 2). Med dagens nivå av bekämpning skulle man rädda en fjärdedel till en femtedel av de stora träd som annars skulle ha dödats av almsjuka (Scenario 3A och 3B). Med ett framgångsrikt saneringsprogram kunde man rädda mer än hälften av de träd som annars skulle dött av almsjuka (Scenario 4). Man kan också se från beräkningarna att med en högre inväxning ”späder man ut” effekten av almsjuka på de äldre träden (jämför 3A med 3B och 5A med 7B). Detta utgår från att almsjukan inte specifikt drabbar en viss storleksklass av almar, vilket styrks av jämförelserna i Tabell 3.

Tabell 5. Överlevnad av almar från 2020 till 2100.

Scenario	**”Gamla träd” år 2100, överlevande från 2020, %**			
	35–50 cm	55–75 cm	75 cm +	Alla 35 cm +
1 A) Ingen almsjuka, 5600 inväxt	27	44	44	31
1 B) Ingen almsjuka, 4200 inväxt	27	44	44	31
2 A) Almsjuka, ej sanering, 5600 inväxt	0	0	0	0
3 A) Sanering 3720, inväxt 5600, överdödlighet	7	12	12	9
3 B) Sanering 3720, inväxt 4200, överdödlighet	5	9	9	6
5 A) Sanering 1860, inväxt 5600, överdödlighet	16	26	26	19
5 B) Sanering 1860, inväxt 4200, överdödlighet	15	24	24	17

Långsiktig överlevnad

Scenarierna 1, 3 och 5 kördes också över 200 år. Resultaten finns redovisade i Tabell 6. Här är självklart osäkerheten stor. Men också dagens nivå av bekämpning av almsjukan kommer att rädda kvar en almpopulation. Sannolikheten för detta ökar om bekämpning blir effektivare så att färre träd behöver saneras årligen. Man kan också jämföra med risken att dö för ett enskilt träd som redovisades i tabell 4. Så länge som sannolikheten att dö inte stiger mycket över 2 % finns hopp om att behålla en livskraftig population i de analyserade scenarierna.

Tabell 6. Långsiktig överlevnad av Gotlands almar till år 2220.

Scenario	Träd år 2220			
	10–30 cm	30–50 cm	50 cm +	totalt
1 A) Ingen almsjuka, 5600 inväxt	334 600	37 600	17 400	389 600
1 B) Ingen almsjuka, 4200 inväxt	246 000	37 600	17 400	301 000
3 A) Sanering 3720, inväxt 5600, överdödlighet	125 300	12 100	2 500	139 900
3 B) Sanering 3720, inväxt 4200, överdödlighet	42 600	5 200	1 100	48 900
5 A) Sanering 1860, inväxt 5600, överdödlighet	229 700	27 400	5 900	263 000
5 B) Sanering 1860, inväxt 4200, överdödlighet	145 400	22 600	4 800	172 800

Diskussion

Almen på Gotland har ett högt värde för biologisk mångfald och som en del av kulturlandskapet. Mycket stora resurser har lagts ner över åren för att hävda lövängar och bibehålla ett artrikt kulturlandskap. Ett flertal arter är direkt beroende av almen för sin överlevnad. Dessa värden är hotade av den invasiva svampsjukdomen almsjuka som i sin spridning är beroende av almsplintborren som vektor. Almsplintborrens populationsdynamik är begränsad av mängden yngelmaterial i form av starkt försvagade värdträd som finns tillgängligt. Genom att svampen som förs in i träden dödar almar får insektpopulationen och därmed svampsjukdomen en stark och svårkontrollerad återkoppling. Därför har man sedan sjukdomen upptäckts på Gotland bekämpat dess spridning genom att destruera angripna och nydöda träd där insektvektorn förökar sig.

Frågan är om denna strategi för bekämpning är uthållig. Liknande saneringsprogram har visat sig kunna begränsa spridningen av almsjuka så länge som programmen genomförs och inte insekter kan flyga in från omkringliggande landskap. Om inget görs eller om man upphör med bekämpningen ökar sjukdomen okontrollerat till dess de flesta almar blivit smittade.

Syftet med denna rapport är att undersöka den långsiktiga möjligheten till bekämpning på Gotland. En fördel finns genom att Gotland är en ö dit almsplintborren inte orkar flyga för egen maskin och också genom att Gotland är en administrativ enhet som relativt smidigt kan samordna sina aktiviteter.

Beräkningarna visar att åtgärderna hittills varit framgångsrika. Om man nu skulle upphöra med bekämpningen kan man förvänta sig en snabb död inom almpopulationen, liknande den som man haft på Öland där bekämpning inte tillämpats. Det stora antalet klena almar som finns på Gotland kommer att kunna ge en inväxt av mindre träd men de kommer mycket sannolikt att bli infekterade innan de uppnår grövre dimensioner. Man kommer också att ha förlorat alla de gamla träden med höga naturvärden.

Om man fortsätter med bekämpningen finns hopp om att kunna behålla en almpopulation med överlevande äldre träd. Kvaliteten på dessa är som en delpopulation av vad vi har idag, almsjukan tycks inte selektera för en viss dimension så länge träden är grövre än 10 cm. I bekämpningen bör man helst minska antalet sanerade träd per år jämfört med idag för att hålla risken för avdöende på en låg nivå. I arbetet med saneringen av sjuka träd finns en trend i att antalet almsjuka träd minskar över tid de senaste åren. Om man håller i bekämpningsarbetet och jobbar med att utveckla identifieringen av sjuka träd exempelvis genom remote sensing och artificiell intelligens bör det inte vara omöjligt att ytterligare begränsa spridningen. Ett sådant utvecklingsarbete utförs redan idag i försöksskala. En

varning måste dock utfärdas. Scenarierna visar att saneringen av sjuka träd inte får bli avsevärt större i antal än den är idag för att vara uthållig.

En intressant fråga är i vilken mån träd som inte ännu blivit angripna men som står intill sjuka träd och därmed löper ökad risk för rotkontaktspridning av almsjukan bidrar till sjukdomsdynamiken. Så länge de inte är stressade bör de inte innebära en ökad risk för att fungera som förynglingsmaterial för insekten. Om man med is i magen kunde avvakta med att sanera dessa träd tills de visar symptom på almsjukan kunde man potentiellt minska saneringen med ca 1 000 träd per år. Detta skulle ge en ökad chans till långsiktig överlevnad av almarna.

Är det lönt att utföra bekämpning? Innan almsjukan dök upp på scenen fanns ett visst naturvårdsvärde hos almpopulationen. Det värdet kan gå förlorat helt och hållet antingen genom att inget görs då kostnaderna ligger på att ta hand om ett massivt antal döda träd under kort tid (uppemot 300 000 almar under 10 år). Alternativt kan man förlora naturvärdena genom att saneringsarbetet blir omfattande och ineffektivt, kanske med en fördubblad kostnad mot idag, vilket skulle motsvara i storleksordningen 8 miljoner kronor per år. Om bekämpningen fortsatt utförs med dagens insats kan hälften till två tredjedelar av natur- och kulturvärden räddas till en kostnad av i storleksordningen 4,5 miljoner kronor per år. Skulle bekämpningsarbetet effektiviseras kunde kostnaderna minskas till 2,5 miljoner kronor per år och mer än 70 % av almarnas värden räddas. Ur ett naturvårdsperspektiv framstår ett effektiviserat bekämpningsarbete vara det mest attraktiva och även det mest kostnadseffektiva. Har vi råd att inte verka för det?

Ett ytterligare skäl till att förlänga överlevnaden på almpopulationen är att det kunde ge tid för resistensutveckling. Detta kan ske som en del av en naturlig process men kan också utföras som ett resistensförädlingsprogram för den gotländska almen. Sådana program har en tidshorisont på några årtionden för att utveckla fröplantager med ökad resistens mot sjukdomen. Framsteg med detta har gjorts bland annat i Ohio, Holland, Florens och Madrid.

Scenarierna bygger på att almsjukan och de sanerade träden ger en överdödlighet i jämförelse med den naturliga avgång som finns i varje trädpopulation. Det är möjligt att en del av dödligheten orsakad av almsjuka faktiskt är bland de träd som är försvagade av andra orsaker och skulle ha dött ändå. I sådana fall kommer överlevnaden i populationerna att vara något bättre än den modellerade.

Fördelningen mellan olika diameterklasser bland sanerade träd och hela populationen som taxerades under 2020, är relativt likartad vilket tyder på att almsjukan inte selekterar särskilt för storlek bland de träd som är över 10 cm. Däremot tyder alla observationer och litteraturen på att mindre träd är mer förskonade från sjukdomen.

Litteraturförteckning

Linköpings universitet. 2020. *Analys av åldersstruktur hos almsjuka almar*. Rapporter om Natur och Miljö 2020:7. Länsstyrelsen i Gotlands län.

Manion, P. 1981. *Tree Disease Concepts.* Prentice Hall inc. Englewood Cliffs NJ, USA.

Niklasson, M. 2019 opubl. *Dataunderlag till rapport om analys av åldersstruktur hos almsjuka almar*. Rapporter om Natur och Miljö 2020:7. Länsstyrelsen i Gotlands län.

Wulff, S; Roberge, C. Inventering av almförekomst. SLU, Länsstyrelsen Gotlands län, 2020.

Östbrandt, I-L; Vasaitis, R; Stenlid, J; Pliura, A; Menkis, A., 2017. *Natura 2000 habitats dominated by ash and elm, invaded by alien invasive ungi on the Gotland island of Sweden*: an overview. Baltic Forestry, 23 (1), pp. 264-269, 2017, 264-269.



Länsstyrelsen
GOTLANDS LÄN





Vi tar Gotland längre
- i dialog och med helhetssyn

Länsstyrelsen ska se till att regeringens och riksdagens beslut, som påverkar länet, får så bra effekt som möjligt. Länsstyrelsen är den mest mångsidiga av Sveriges myndigheter. Våra ansvarsområden och vår kompetens spänner över hela samhällsområdet.

Vi arbetar med:

- att ge råd och information
- att bedriva tillsyn och kontrollera att olika verksamheter följer lagar och riktlinjer
- att ge tillstånd, pröva överklaganden av kommunala beslut och sammanställa information
- att samordna länets krafter genom att ta initiativ till olika möten och aktiviteter
- att ge bidrag till verksamheter av olika slag.

Läs mer på **www.lansstyrelsen.se/gotland**