



Kyrkogårdar och deras träd på Gotland

– i ett föränderligt klimat med fokus på torka och trädskjukdomar

Cemeteries and their trees on Gotland – in a changing climate with focus on drought and tree diseases

Linda Jacobsson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2022



Kyrkogårdar och deras träd på Gotland – i ett föränderligt klimat med fokus på torka och trädsjukdomar

Cemeteries and their trees on Gotland – in a changing climate with focus on drought and tree diseases

Linda Jacobsson

Handledare: Patrik Olsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Anna Levinsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling - kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institutionen för Biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Öja kyrkogård på Gotland. Panoramafotografi av författaren (2022)

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Kyrkogårdsträd, framtidsklimat, klimatförändringar, naturtyp, miljöstressorer, abiotisk stressfaktor, biotisk stressfaktor, torkstress, patogener, skadedjur

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi

Sammanfattning

De pågående klimatförändringarna förväntas att bli mer allvarliga och frekventa, vilket kommer att öka riskerna för trädödlighet runt om i världen. Gotlands framtidsklimat kommer sannolikt att bli torrare och varmare. Dessa förändringar kan i sin tur påverka kyrkogårdsträden. Detta arbete ämnar därför undersöka hur de gotländska kyrkogårdarnas trädbestånd ser ut och mår idag, samt hur träden kommer att reagera på klimatförändringar med fokus på torka och trädskudomar. Litteraturstudien presenterar basinformation rörande Gotland, det gröna kulturarvets historia och om nämnda stressfaktorer. Till inventeringen gjordes en selektion av 28 kyrkogårdar geografiskt spridda över Gotland. Urvalet av kyrkogårdarna baserades på naturtyper som är typiska för Gotland. Vid inventeringen undersöktes trädbeståndens placering på kyrkogårdarna, artsammansättning, vitalitet och skadebild. Resultatet visar att kyrkogårdarna och deras trädbestånd överensstämmer med det gröna kulturarvets historiska utveckling. Skogslönnen är den vanligaste trädarten tätt följt av lind, ask, tysklönn, oxel och hästkastanj. Merparten av träden är mellan 100–140 år, vilket innebär att det finns få yngre trädgenerationer som kan ersätta de äldre. Trädens vitalitet och skadebild varierar mellan måttlig och god. Samtidigt finns det träd som inte är i ett gott skick vilket dels beror på askskottssjukan, dels på felaktiga beskärningar. Beträffande Gotlands framtidsklimat visar resultaten att kyrkogårdsträden sannolikt kommer att bli påverkade av både torka och trädskudomar. Men hur pass allvarliga de blir, beror till största delen på vilket klimatscenario som kommer att inträffa. Kring dessa argument dras slutsatsen att en klimatanpassning av trädbestånden bör planeras, eftersom det föreligger potentiella risker för att kyrkogårdsträden kan reduceras i antal eller att deras vitalitet försämras. En klimatanpassning behövs för att inte kulturarvet, kyrkogårdsträdens olika värden och fördelar, eller det arkitektoniska uttryck och karaktär som träden ger kyrkogårdsmiljön ska gå förlorade. Detta innebär potentiellt att andra trädslag, mer lämpliga för de olika naturtyperna, kan behöva övervägas först i stället för dagens traditionella trädslag. Detta för att få ett så hållbart och friskt trädbestånd under ett föränderligt klimat.

Nyckelord: Kyrkogårdsträd, framtidsklimat, klimatförändringar, naturtyp, miljöstressorer, abiotisk stressfaktor, biotisk stressfaktor, torkstress, patogener, skadedjur

Abstract

The ongoing climate change is expected to become severe and frequent, which will increase the risks of tree mortality around the world. Gotland's future climate is likely to become drier and warmer. This, in turn, will adversely affect cemetery trees. This work therefore intends to investigate how the overall condition of today's cemetery trees on Gotland are and how they will respond to climate change, with a focus on drought and tree diseases. This work has carried out a literature study and tree inventory. The literature study presents basic information concerning Gotland, the history of the green cultural heritage and about the mentioned stress factors. For the inventory, a selection was made of 28 cemeteries geographically spread across Gotland. The selection of the cemeteries was based on nature types that are typical of Gotland. The inventory examined the cemetery trees species composition, vitality and external damage. The results show that the cemeteries and their tree populations are in line with the historical development of the green cultural heritage. Norway maple is the most common tree species, closely followed by linden, European ash, sycamore maple, Swedish whitebeam and horse chestnut. Most of the trees are between 100–140 years old, which means that there are few younger tree generations that can replace the older ones. The vitality and external damage of the trees vary between moderate and good. At the same time, there are trees that are not in good condition, which is partly due to ash dieback, partly due to incorrect pruning. Regarding Gotland's future climate, the results show that cemetery trees are likely to be affected by both drought and tree diseases. However, the outcome depends largely on what climate scenario that will occur. Around these arguments, it is therefore concluded that a climate adaptation of the tree populations should be planned, as there are potential risks that cemetery trees may be reduced in number or that their vitality will deteriorate. A climate adaptation is needed so that the cultural heritage, the different values and benefits of the cemetery trees, or the architectural expression and character that the trees give to the cemetery environment are not lost. This potentially means that other tree species, more suitable for the different nature types, may need to be considered first instead of the today's cemetery trees species, in order to have a sustainable and healthy tree population under a changing climate.

Keywords: Cemetery trees, future climate, climate change, nature type, environmental stressors, abiotic stress factor, biotic stress factor, drought stress, pathogens, pests

Innehållsförteckning

Figurförteckning	8
Förkortningar	11
1. Inledning.....	12
1.1 Syfte och frågeställningar	13
1.2 Avgränsning	13
1.3 Material och metod.....	14
1.3.1 Selektion av kyrkogårdar	14
1.3.2 Naturtyper	14
1.3.3 Trädinventering	17
1.3.4 Litteraturstudie	18
1.3.5 Metodkritik.....	18
2. Kyrkogårdens träd	20
2.1 Kyrkogårdens gröna kulturarv.....	20
3. Gotlands kyrkogårdar och geologisk översikt.....	22
3.1 Kyrkor och kyrkogårdar	22
3.2 Geologisk översikt.....	22
4. Gotlands klimat – nu och i framtiden	24
4.1 Gotlands nutida klimat.....	24
4.2 Gotlands framtidsklimat.....	24
4.3 Vattentillgången på Gotland	25
5. Torka och trädssjukdomar.....	26
5.1. Stressfaktorer.....	26
5.2. Torka	27
5.2.1. Torkans tidpunkt, intensitet och varaktighet	28
5.2.2. Exempel på skador, anpassningar och strategier hos träd	29
5.3. Trädssjukdomar	32
5.3.1 Globalisering och klimatförändringar	32
5.3.2 Exempel på trädssjukdomars inverkan på träd	33
6. De inventerade kyrkogårdarna	35
6.1 Presentation av material.....	35
6.1.1 Berg	35

6.1.2	Hällmark.....	37
6.1.3	Kustlandskap/hav.....	41
6.1.4	Odlingslandskap.....	43
6.1.5	Samhälle.....	49
6.1.6	Sjö/våtmark.....	51
6.1.7	Änge/lövskog.....	53
7.	Resultat från inventering av trädbestånd.....	55
7.1	Dagens trädbestånd.....	55
7.2	Vitalitet och skadebild.....	58
8.	Diskussion.....	60
8.1	Kyrkogårdsträden, deras skick och naturtyper.....	60
8.2	Kyrkogårdsträden, framtidsklimat, torka och trädsjukdomar.....	62
8.3	Slutsatser.....	64
	Referenser.....	66
	T a c k.....	73
	Bilaga 1.....	74
	Bilaga 2.....	76
	Bilaga 3.....	77
	Bilaga 4.....	78

Figurförteckning

Figur 1 Vid Mattsarveklint har man fin utsikt över Östergarnslandet. David Skoog, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).....	14
Figur 2 Hejnum hållar. Cecilia Nygren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).....	15
Figur 3 Varvsbukten, Gotska Sandön. David Lundgren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).	15
Figur 4 Blommande träd och fält på Gotland. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).	15
Figur 5 Sötvatten. Henrik Johansson, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).	16
Figur 6 Fagning i ett gotländskt änge. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).	16
Figur 7 Sandtäkter med sydvända slänter är värdefulla miljöer. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).....	16
Figur 8 Tallskog med död ved på Gotska Sandön. David Lundgren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).....	17
Figur 9 Hemse. Fotografi av GotlandsHem (u.å).....	17
Figur 10 Illustrerar de gotländska kyrkornas geografiska placering (svart +). Visar även de inventerade kyrkogårdarna och deras övergripande naturtyper. (Skapad i GIMP version 2.10.30 av författaren, 2022).....	23
Figur 11 Illustrerar indelningen av abiotiska respektive biotiska stressfaktorer som kan påverka träd genom olika typer av stress och störningar (Sammanställd från Agrios, 2005; Sjöman et. al. 2015: figur 2.21).	26
Figur 12 Illustrerar klassifikationen av torka efter fem kategorier: meteorologisk torka, markfuktighetstorka (jordbrukstorka), hydrologisk torka, ekologisk torka och socioekonomisk torka (Sammanställd från Mishra & Singh, 2010; SMHI, 2022b).....	28
Figur 13 Illustrerar exempel på stressfaktorer som kan påverka hälsan och utseendet hos träd, och vilka växtdelar som kan infekteras eller skadas och deras symptom. (Sammanställd från Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016; Agrios, 2005; Boyd et. al. 2013; Mebus, 2014; Olivia et. al. 2013. Illustration: Tree watercolor. agnessse3, 2021).....	33

Figur 14 Linde kyrkogård.....	35
Figur 15 Östergarns kyrkogård.	36
Figur 16 Klinte kyrkogård.	37
Figur 17 Rute kyrkogård.....	38
Figur 18 Anga kyrkogård.....	38
Figur 19 Ardre kyrkogård.....	39
Figur 20 Hall kyrkogård.	40
Figur 21 Fleringe kyrkogård.....	40
Figur 22 Sundre kyrkogård.....	41
Figur 23 Västergarn kyrkogård.	42
Figur 24 Fårö kyrkogård.	42
Figur 25 Fröjel kyrkogård.	43
Figur 26 När kyrkogård.....	44
Figur 27 Dalhem kyrkogård.	44
Figur 28 Lojsta kyrkogård.....	45
Figur 29 Bunge kyrkogård.	46
Figur 30 Halla kyrkogård.	46
Figur 31 Hamra kyrkogård.....	47
Figur 32 Gammelgarn kyrkogård.	48
Figur 33 Vamlingbo kyrkogård.....	48
Figur 34 Martebo kyrkogård.	49
Figur 35 Stånga kyrkogård. Taget åt nordväst.	50
Figur 36 Hemse kyrkogård.	50
Figur 37 Hejde kyrkogård.	51
Figur 38 Boge kyrkogård.	52
Figur 39 Tingstäde kyrkogård.....	52
Figur 40 Öja kyrkogård.....	53
Figur 41 Källunge kyrkogård.....	54
Figur 42 Visar antalet trädindivider i procent på kyrkogårdarna. Sammanlagt finns det 852 trädindivider. Trädarter som understiger tio i antal (under 1%) samlas i kategorin övriga. (Se bilaga 1 för övriga trädarter).	55

Figur 43 Visar artvariationen för varje kyrkogård. Färgerna representerar naturtyperna, sett från vänster: berg (grön), hållmark (orange), kustlandskap/hav (ljusblå), odlingslandskap (gul), samhälle (lila), sjö/våtmark (blå) och änge/lövskog (ljusgrön).	56
Figur 44 Visar de sex vanligaste trädarternas trädantal i procent för de olika naturtyperna. Övriga trädarter inkluderas i figuren eftersom de överstiger 25 i antal. Färgpunkterna symboliserar de olika naturtyperna (se legend i figur). De svarta punkterna symboliserar det förväntade resultatet över hela materialet (visas i procent bredvid de svarta punkterna). De färgpunkter som befinner sig i de mörkgrå rektanglarna (5%) har en avvikelse med 2,5% från det förväntade resultatet. De färgpunkter som befinner sig i de ljusgrå rektanglarna (10%) har en avvikelse med 5% från det förväntade resultatet.	58
Figur 45 Visar tendenserna i trädbeståndens övergripande vitalitet och skadebild efter naturtyp. Medelvärde är beräknat efter naturtyp och efter uppskattat helhetsbetyg av kyrkogårdsträdens vitalitet och skadebild. Eftersom det inventerade materialet inte är balanserat, bör figuren avläsas med försiktighet (se kap 1.3.1 och 1.3.5).	59

Förkortningar

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
RCP	Representative Concentration Pathways
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
<i>spp.</i>	species (pluralis) innebär att två eller fler arter är ospecificerade inom visst släkte

1. Inledning

Kyrkogårdsträd har genomgått olika förvandlingar och betydelser i enlighet med tidsandan. Från att ha varit närmast obefintlig på kyrkogårdarna har träd blivit en vedertagen praktik och tillgång. Träden är en viktig del av kyrkogårdens kulturhistoria där de är ett bevis för kyrkogårdens och människans historia. Träd har även sociala värden som är betydelsefulla för människan (Mebus, 2014). Tillsammans med resterande vegetation ger träden varierande naturupplevelser, känslan av samhörighet och estetiskt tilltalande kyrkogårdsmiljöer (Sörensen & Wembling, 2008). Träd levererar även ekosystemtjänster som förbättrar människans livsvillkor och ökar hennes välbefinnande (Andersson et. al. 2019).

På grund av de pågående klimatförändringarna hotas trädbestånd runt om i världen (Menezes-Silva et. al. 2019). Ett förändrat klimat kan innebära irreversibla effekter och konsekvenser för människor, miljö, fauna och flora (SMHI, 2021a). Gotland är inget undantag utan kommer att bli torrare och varmare, vilket i sin tur kommer påverka Gotlands naturtyper (Persson et. al. 2015). I en rapport från Länsstyrelsen beskrivs ett framtidsscenario där klimatförändringar dessutom kan komma att resultera i negativa effekter för gotländska kulturmiljöer som kyrkor och kyrkogårdar, däribland träden (Sander, 2019). Redan idag finns det trädsjukdomar som angriper inhemska trädslag, såsom alm- och askskottsjuka, olika *Phytophthora*-arter samt kastanjeblödarsjuka. Ett förändrat klimat medför att träd blir stressade och lättare kan bli angripna av trädsjukdomar och skadedjur (Boyd et. al. 2013).

För att kunna skapa en långsiktig, sund och hållbar trädpopulation är det viktigt att redan nu synliggöra den problematik som kan uppstå på kyrkogårdarna i framtiden. I detta arbete kommer jag därför undersöka och inventera de gotländska kyrkogårdarnas trädbestånd efter naturtyper för att se hur kyrkogårdsträden mår. Eftersom klimatet sannolikt kommer att bli torrare och varmare samt öka riskerna för trädsjukdomar, kommer jag även översiktligt beskriva hur och varför träd påverkas av dessa stressfaktorer.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet har varit att undersöka hur trädbestånden på de gotländska kyrkogårdarna mår idag, för att utifrån dessa resultat diskutera hur kommande klimatförändringar kan komma att påverka trädbestånden med fokus på torka och trädskjukdomar.

Detta arbete kommer att besvara följande frågeställningar:

- Hur och varför påverkas träd av torka och trädskjukdomar?
- Hur ser dagens trädbestånd ut på de gotländska kyrkogårdarna?
- Hur ser fördelningen av trädarter och trädindivider ut i de olika naturtyperna?
- Hur ser relationen ut mellan träd och naturtyp vad gäller trädens vitalitet och skadebild?

1.2 Avgränsning

De träd som har behandlas i arbetet befinner sig på de gotländska kyrkogårdarna innanför dess stenmur eller järnstaket. Detta har inneburit att begravningsplatser som hör till kyrkogårdsområdet, men som inte befinner sig inom kyrkobyggnadens område, har exkluderats i arbetet. Träd som växer i direkt anslutning till stenmur eller järnstaket har inkluderats, om det varit relevant för arbetet såsom alléträd. Buskträd och buskar har inte tagits med i arbetet. Däremot har uppstammade syrener, idegranar och tujor medtagits.

Eftersom arbetet är en övergripande studie har jag valt att beskriva kyrkogårdarna efter naturtyper som är typiska för Gotland. För att underlätta arbetet har därför ståndortsbeskrivningar och mikroklimat exkluderats, eftersom arbetet inte kommer att ge förslag på trädarter. Detta innebär förvisso att naturtypernas ståndorter blir förvrängda, då alla ståndorter är unika med sitt eget speciella mikroklimat. Information om naturtyperna är hämtade från boken *Dynamik och konstans i Gotlands flora och vegetation* av Bengt Pettersson och från Länsstyrelsen på Gotlands hemsida *Hotade djur och växter* av Annika Forsslund och David Lundgren (Forsslund & Lundgren, 2022; Pettersson, 1958).

28 kyrkogårdar har valts ut och genom okulära bedömningar, har därefter kyrkogårdarnas närmiljö kategoriserats efter en övergripande naturtyp. Urvalet av kyrkogårdarna representerar geografiskt hela Gotland. Det vill säga att kyrkogårdarna kommer från Gotlands norra, västra, mellersta, östra och södra delar.

1.3 Material och metod

1.3.1 Selektion av kyrkogårdar

För att urvalet av kyrkogårdarna skulle bli så övergripande och heltäckande som möjligt, behövde urvalet komma från alla delar av Gotland. Kyrkogårdarnas närmiljöer kategoriserades sedan efter deras övergripande naturtyper. Dessa naturtyper var *berg*, *hällmark*, *kustlandskap/hav*, *odlingslandskap*, *samhälle*, *sjö/våtmark* och *änge/lövskog* (se kap 1.3.2 för mer information om naturtyperna). Av de 28 kyrkogårdarna befann sig tre kyrkogårdar på berg, sex befann sig på hällmark, tre befann sig på kustlandskapskap/hav, nio befann sig på odlingslandskap, två befann sig på samhälle, tre befann sig på sjö/våtmark och två befann sig på änge/lövskog.

1.3.2 Naturtyper

På Gotland finns det naturtyper som kan komma att påverkas av klimatförändringarna på olika sätt. Enligt SMHI (2021a) och i en rapport från Länsstyrelsen i Gotlands län, kan faktorer såsom torka, höga temperaturer, ökade nederbördsmängder, en tidigare vegetationsperiod och igenväxning av exempelvis våtmarker och skogar påverka ekosystemen i framtiden. Dessutom kan ekosystem påverkas av alltför snabba förändringar och för stora påfrestningar i miljön, vilket resulterar i att arter inte hinner anpassa sig och riskerar därmed att försvinna (Sander, 2019; SMHI, 2021a). Därför är det viktigt att i detta arbete sortera in kyrkogårdarnas närmiljö efter varsin övergripande naturtyp för att eventuellt kunna se vilka potentiella risker som föreligger kyrkogårdsmiljön och dess trädbestånd. Samtidigt är framtidsklimatet ett komplext ämne och det finns många obesvarade frågor om dess potentiella utveckling som vi idag inte riktigt vet om. Därför bör det även här finnas en viss försiktighet i hur naturtyperna kan påverkas och förändras.



Naturtypen *Berg* består av kalkberggrund som reser sig över det låglänta landskapet som platåberg (se figur 1). Platåbergen täcks av ett tunt jordlager där berggrunden ställvis är blottad. Naturtypen berg är näringsfattig och karg. Vegetationen består mestadels av tall och enbuskar (Pettersson, 1958).

Figur 1 Vid Mattsarveklint har man fin utsikt över Östergarnslandet. David Skoog, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).



Figur 2 Hejnum hällar. Cecilia Nygren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Hällmark* består av kalkberggrund som har håll i dagen eller ett tunt jordlager (se figur 2). Hällmark är näringsfattig och karg. Denna naturtyp har ofta sparsam vegetation. Hällmark inkluderar även trädlösa alvarmarker (Forsslund & Lundgren, 2022; Pettersson, 1958).



Figur 3 Varvsbukten, Gotska Sandön. David Lundgren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Kustlandskap/hav* omger ön. Naturtypen är ofta vindutsatt och salt (se figur 3). Vid kusten finns bland annat branta klintkuster, grunda havsvikar med gräsängar, sandstränder, flacka strandängar och steniga strandvallar (Forsslund & Lundgren, 2022).



Figur 4 Blommande träd och fält på Gotland. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Odlingslandskap* består av odlad mark och marginalmark (se figur 4) (Forsslund & Lundgren, 2022). För detta arbete har betesmark inkluderat i naturtypen odlingslandskap. Forsslund & Lundgren (2022) menar att betesmarker kan ha en rik biologisk mångfald. Det finns olika betesmarkstyper såsom torra alvarmarker, löv- och barrskog och fuktiga strandängar (Forsslund & Lundgren, 2022).



Figur 5 Sötvatten. Henrik Johansson, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Sjö/våtmark* finns på Gotland. Under 1800-talet och början av 1900-talet behövdes mer odlingsbar mark, därför dikades både sjöar och våtmarker ut vilket ledde till att majoriteten av sjöarna och våtmarkerna försvann (se figur 5). Gotland har idag femtio sjöar med vattenspeglar större än en hektar. Under sommarhalvåret torkar nästan alla år ut. Våtmarker kan finnas på alvarmark som alternerar mellan att torka ut eller bilda rikkärr. Oftast kan våtmarkerna vara vattenmättade med grundvattenytan nära eller över markytan. Grunda sjöar med vegetation och fuktiga strandängar finns på ön (Forsslund & Lundgren, 2022).



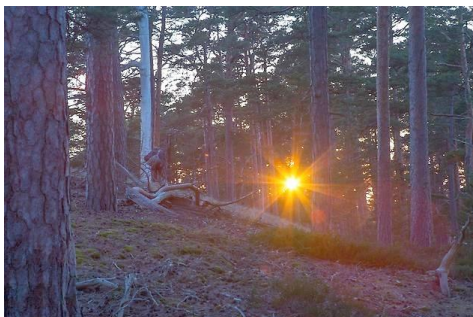
Figur 6 Fagning i ett gotländskt änge. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtyperna *Änge* och *Lövskog* har slagits ihop till en naturtyp: *Änge/lövskog* (se figur 6). Båda typerna har en rik artrikedom. Ängerna skötes kontinuerligt genom hävd (Forsslund & Lundgren, 2022). För detta arbete har betesmark inkluderats i naturtypen änge/lövskog (se ovan under naturtypen odlingslandskap för beskrivning av betesmark).



Figur 7 Sandtäkter med sydvända slänter är värdefulla miljöer. Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Sandmiljöer* består av sanddynor och sandtäkter och de domineras av sand (se figur 7) (Forsslund & Lundgren, 2022).



Figur 8 Tallskog med död ved på Gotska Sandön. David Lundgren, Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å).

Naturtypen *Barrskog* är utmärkande för Gotland (se figur 8). Barrskogsområdena domineras främst av tall och även snårskikt av en finns. Mestadels växer barrskogen på kalkrika moräner som är ört- och gräsrika, men kan även växa i sandområden (Pettersson, 1958).



Figur 9 Hemse. Fotografi av GotlandsHem (u.å).

På Gotland finns större och mindre samhällen där några av de utvalda kyrkogårdarna ligger – Hemse och Stånga (se figur 9). I detta arbete kommer därför *Samhälle* att kategoriseras som en naturtyp. Naturtypen *Samhälle* är en komplex miljö som beror på många faktorer. Generellt karakteriseras naturtypen av en tät bebyggelse. Kyrkogårdarnas träd påverkas av bland annat luftföroreningar från fordonstrafik då större vägar passerar kyrkogårdarna. *Samhälle* kan även ha ett klimat som blir torrt och vindstilla.

För detta arbete har *berg*, *hällmark*, *kustlandskap/hav*, *odlingslandskap*, *Samhälle*, *sjö/våtmark* och *änge/lövskog* inkluderats. Arbetet berör inte *barrskog* och *sandmiljöer* då de inventerade kyrkogårdarna inte förekommer på dessa naturtyper.

1.3.3 Trädinventering

På plats dokumenterades sammansättningen av trädarter på kyrkogårdarna. Artbestämningen av kyrkogårdsträden gjordes genom okulära besiktningar av vinterkvist och med hjälp av häftet *Vinterkvist och städsegrönt* av Eric Wahlsteen och boken *Den stora knoppboken – Sveriges lövfällande lignoser i vintertid* av Claes Lööw (Lööw, 2018; Wahlsteen, 2019). För ytterligare kontroll har

vinterkvistarna jämförts med sortimentet i Alnarpsparken, SLU. Vinterkvistarna har även kontrollerats gentemot trädvårdsplaner och trädinventeringslistor från de gotländska kyrkogårdarna. Trädarter som av olika anledningar har en oklar artbestämning får sitt latinska släktnamn och förkortningen *species (spp)*.

För att bedöma trädens vitalitet och skadebild (håligheter, rötter, påkörningsskador, insektsangrepp, savflöde, svampkroppar, med mera) har rapportserien *Standard för trädinventering i urban miljö – version 2.0* använts av Johan Östberg. I rapportserien har vitalitet och skador varsitt graderingssystem som graderar deras kondition och skick efter *benämningar*. Benämningarna skiljer sig emellertid markant från varandra och för att förenkla arbetet får de i stället en ny, gemensam benämning. Den nya benämningen blir bra, måttlig, dålig och mycket dålig. Graderingssystemets kriterier över vitalitet och skador förblir däremot samma. Enligt Östberg (2015) är det värt att notera att trädens vitalitet och skadebild är en värderande och subjektiv process. Detta innebär att personer kan ha olika syn på hur träden mår, beroende på faktorer som utbildning och erfarenhet (Östberg, 2015). Kyrkogårdarnas trädbestånd har fått varsitt översiktligt helhetsbetyg. Ett bättre alternativ hade varit att utföra bedömningen efter varje trädindivid. Det hade även varit mer fördelaktigt att genomföra inventeringen två gånger: en med vinterkvist och en när träden har lövdräkt. Dock är alternativen för omfattade för arbetets tidsomfång och väljs därmed bort.

Vid inventering fotodokumenterades kyrkogårdarna genom detalj och panoramafotografering. Situationsplaner har skapats med bildbehandlingsprogrammet GIMP version 2.10.30.

1.3.4 Litteraturstudie

För relevant litteratur om torka och trädssjukdomar har Web of Science och Google scholar använts. Även böcker och artiklar från SLU-biblioteket har studerats om ämnet. Geologisk information har hämtats från SGU, framför allt från *Markgeokemi: morän- och sedimentgeokemi på Öland och Gotland* av Mikael Carlsson, Julio Gonzalez och Anna Ladenberger (Carlsson et. al. 2020). Information om Gotlands klimat och klimatförändringar har bland annat hämtats från SMHI. Kompletterande information om de utvalda kyrkogårdarna har hämtats från trädvårdsplaner och trädinventeringar.

1.3.5 Metodkritik

Eftersom det inventerade materialet kan se olika ut mellan kyrkogårdarnas trädbestånd, krävs emellertid en försiktighet i tolkningen av resultatet. Detta

innebär att det förekommer individuella variationer mellan kyrkogårdarna vilket kan påverka resultatet. Något som kommer att påverka resultatet är kyrkogårdarnas övergripande vitalitet och skadebild, eftersom det inventerade materialet inte har ett jämnt antal av kyrkogårdar för varje naturtyp. Tanken har nämligen varit att inkludera kyrkogårdar från alla Gotlands naturtyper i ett så jämnt och geografiskt heltäckande antal som möjligt. Detta har dock visat sig vara komplicerat då kyrkogårdar och naturtyper inte alltid är fördelade i ett lämpligt och exakt antal. Dessutom varierar naturtypernas geografiska lägen så pass mycket för att kunna få ett tillräckligt optimalt urval. Här har förvisso tiden varit en begränsad faktor, då inte alla kyrkogårdar har kunnat besökas för att verifiera deras övergripande naturtyper. Följaktligen kan det alltså finnas kyrkogårdar och naturtyper som har missats, vilka troligen varit mer lämpliga att använda som urvalsmaterial.

Det har även varit problematiskt att dela in kyrkogårdarna efter naturtyper. Kyrkogårdarna har exempelvis lika gärna kunnat placerats i naturtypen för odlingslandskap som för naturtypen änge/lövskog. Det är dock värt att nämna att de flesta gotländska kyrkogårdarna befinner sig över lag i naturtypen odlingslandskap och hållmark. Sjö/våtmark har varit bekymmersam, då ingen av kyrkogårdarna uttryckligen befinner sig på vatten. Däremot har naturtypen ändå inkluderats eftersom några av kyrkogårdarnas övergripande närmiljöer har dominerats av sjö/våtmark.

2. Kyrkogårdens träd

2.1 Kyrkogårdens gröna kulturarv

I Sverige infördes kristendomen under mitten av 1000-talet. Under denna period byggdes de första kyrkorna i Sverige. Runt kyrkorna växte kyrkogårdarna fram då äldre gravfält successivt övergavs till fördel för kristna begravningar (Grönwall, 2017). Kyrkogården användes framför allt till begravningsplatser men kunde även brukas för andra ändamål som exempelvis handels- och marknadsplatser (Grönwall, 2017; Roos, 2018).

Innan 1800-talet var många av Sveriges kyrkogårdar ofta sparsamt bevuxna av träd och buskar. Kyrkogårdsytan bestod mestadels av gräs- och ängsmark och sköttes som en slåtteräng (Mebus, 2014; Roos, 2018). Boskapens närvaro kunde komplicera planteringen av träd och buskar (Roos, 2018). Träd på kyrkogårdarna ansågs inte heller ha något estetiskt värde och vara opraktiska då trädens rötter kunde försvåra gravgrävningen. Dessutom försämrade trädkronornas skuggning tillväxten av gräs (Grönwall, 2017).

I början av 1600-talet kom gröna kultur- och stilinfluenser från Frankrike och Tyskland till Sverige, vilket inspirerade till att anlägga park- och trädgårdsanläggningar samt plantera alléer med lövträd. Dessa trender kom senare att påverka kyrkogårdens utformning (Lundquist, 1992). Träd som planterades var ofta parklind men även andra lövträd som ask, lönn, alm, ek, skogslind och rönn. Under slutet av 1700-talet introducerades hästkastanj (Roos, 2018).

År 1805 började stadskyrkogårdarna att flyttas ut till landsbygden. I samband med förflyttningen ställdes det krav på kyrkogårdarnas utformning. Ett av kraven var att de behövde vara ritade av arkitekter. Parallellt fortsatte utvecklandet av trädgårdskonstens estetiska ideal. Detta medförde en ökad användning av olika typer av vegetation och, för tiden, exotiskt material på kyrkogårdarna. Kyrkogårdarna utformades efter struktur och geometri där de ofta fick kvartersindelningar. Detta innebar raka gångsystem och gräsmattor där gravstenar placerades i regelbundna rader. Runt kvarteren planterades häckar och rader av träd

(Roos, 2018). Sorgeträd och sorgebuskar introducerades på kyrkogården. Sorgeträdens arter dominerades av ask, alm eller björk (Grönwall, 2017; Lundquist, 1992).

Under 1800-talet planterades trädkransar på kyrkogårdarna. Trädkransarna skulle råda bot på de sanitära olägenheter som skapades på kyrkogårdarna (Lundquist, 1992; Roos, 2018). Trädkransar är de träd som växer i rader längs med kyrkogårdarnas stenmurar eller staket och befinner sig ofta inom kyrkogårdens ytterkanter. Träd som användes i trädkransen var lövträd som togs från exempelvis skogsmarker. Trädkransen kunde bestå av en eller flera arter (Mebus, 2014).

Under 1900-talet ökade en gestaltungsform där kyrkogården skulle vara i samklang med den omgivande naturen och dess topografi. Ett exempel är skogskyrkogårdens pelarsal med tallar (Roos, 2018). Minneslundar och askgravsplatser placerades ofta bland ängsmarker och skogspartier (Grönwall, 2017).

Dagens kyrkogårdar har utvecklats till grönområden med multifunktionella användningsområden och utbyten för människa, stad och miljö (Quinton, Östberg & Duinker, 2020). Dessutom har många av Sveriges kyrkogårdar höga naturvärden. De höga naturvärdena beror ofta på kyrkogårdsträdens ålder (Mebus, 2014) och kyrkogårdens kontinuitet (Carlsson & Hultengren, 2009). På grund av detta tillåts trädbestånden att bli flera hundra år gamla. Kontinuitet är värdefullt för olika organismers behov av orörda biotoper (Carlsson & Hultengren, 2009). Äldre träd består nämligen av olika levnadsmiljöer som organismerna behöver för överlevnad och reproduktion. Exempel på levnadsmiljöer är stamskador, röt- och svampangrepp, mulmfyllda håligheter och savflöden. Organismer som gynnas av äldre träd är bland annat insekter, mossor, lavar och fåglar (Länsstyrelsen Blekinge, u.å; Sandberg, 2021; Sörensson, 2008). Äldre träd är även värdefulla för rödlistade arter som fladdermöss. Avslutningsvis bör nämnas att eftersom kyrkogårdsträden kan nå en hög ålder och på grund av kyrkogårdarnas kontinuitet, är det följaktligen vanligt att träden klassas som särskilt skyddsvärda träd (Mebus, 2014).

3. Gotlands kyrkogårdar och geologisk översikt

3.1 Kyrkor och kyrkogårdar

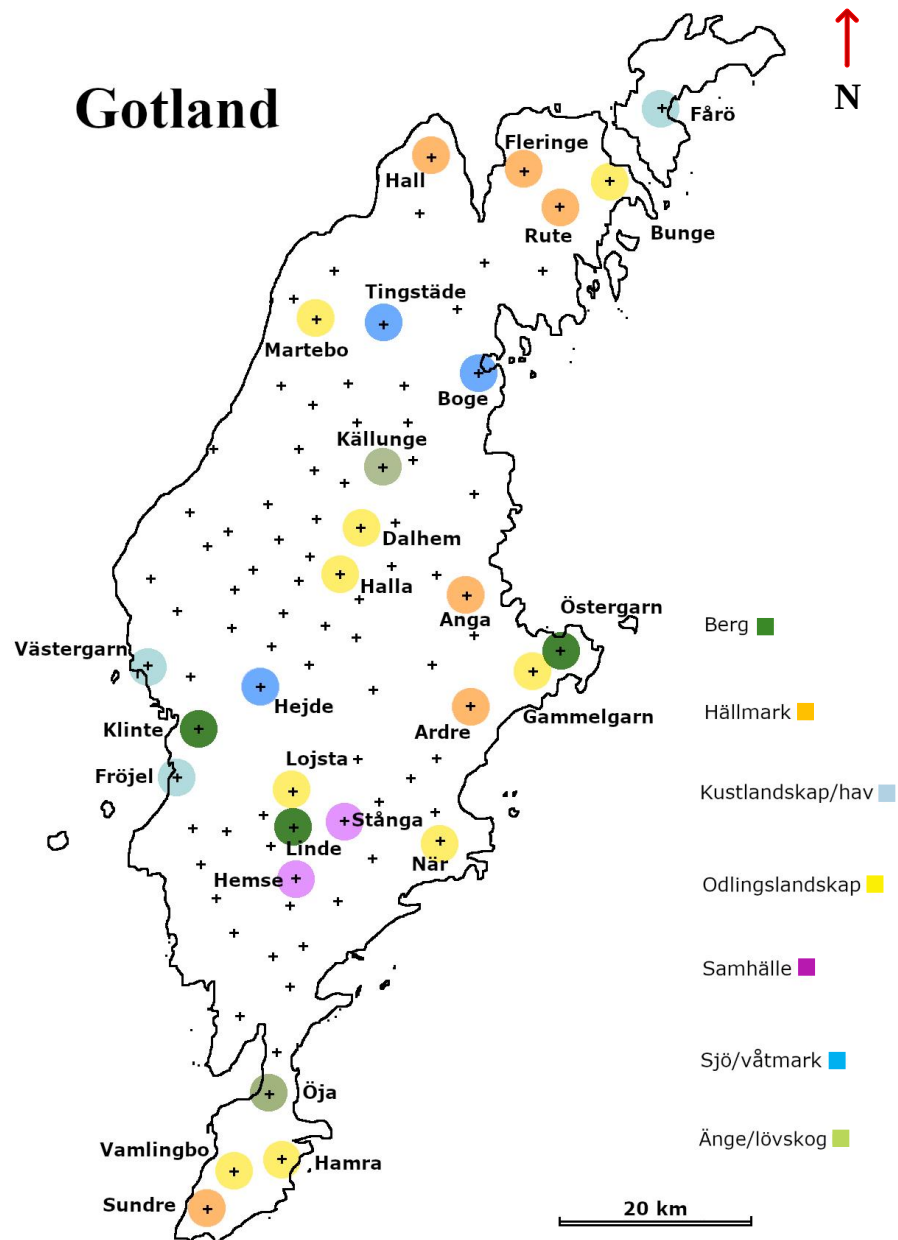
Utmärkande för samtliga kyrkor och kyrkogårdar på Gotland, undantaget stadskyrkogårdarna i Visby, är att kyrkorna har sitt ursprung i den tidiga medeltiden. Det finns 92 aktiva kyrkor från medeltiden, en för varje socken (Florin, 2017). Se figur 10 för kyrkornas placering på Gotland. I regel omges de medeltida kyrkorna av en mindre kyrkogård med stenmur. Efter hand utvidgades, om nödvändigt, kyrkogårdarna till fördel för fler begravningsplatser. Stenmuren är ofta upprättad under 1700-talet och 1800-talet och ersatte äldre trästaket. Två exempel är Linde och Gammelgarn kyrka där Linde byggde en stenmur år 1768 (Lagerlöf, 1981) och Gammelgarn år 1802 (Roosval & Lagerlöf, 1963).

3.2 Geologisk översikt

Gotland är till ytan flackt. Undantagsvis bryts ytan av med kalkstenshöjder, vilka sällan når över tjugo meter. Inom vissa områden finns det även höjder som bildar plåtåberg (Pettersson, 1958). Det finns många områden som har en tunn vittringsjord (ett tunt jordtäckje) alternativt att den sedimentära berggrunden är blottad (Carlsson et. al. 2020). Detta innebär att det uppskattade jorddjupet ofta varierar mellan 0–1 meter till 3–5 meter. Det förekommer även uppskattade jorddjup på 5–10 meter och 10–20 m (SGU geokartan, 2022). Gotlands yta lutar svagt åt sydost med 0,2 grader. Detta innebär att berggrunden är äldre på norra delen och yngre i söder. Bergarter som dominerar är främst kalksten och kalkhaltiga bergarter. Längre söder ut finns däremot mer sandsten. Eftersom Gotland är kalkstensrik innebär det ett pH mellan 7,5 och 8,5 (Carlsson et. al. 2020).

Den vanligaste jordarten på Gotland är moränlera, men det finns något mer på den norra delen. Moränen är i regel finkornig och har ett lerinnehåll på 5–15 procent. Kalkhalten är mellan 15–20 procent. Förutom morän så förekommer partier med

lera och silt. Även bleke finns och är en kemiskt bildad jordart. Bleke uppträder endast i kalkrika områden, främst i vissa sjöar eller före detta sjöar (Carlsson et. al. 2020).



Figur 10 Illustrerar de gotländska kyrkornas geografiska placering (svart +). Visar även de inventerade kyrkogårdarna och deras övergripande naturtyper. (Skapad i GIMP version 2.10.30 av författaren, 2022).

4. Gotlands klimat – nu och i framtiden

4.1 Gotlands nutida klimat

Gotland ingår i växtzon 1 (Riksförbundet svensk trädgård, 2022). Enligt SMHI har Gotland ett maritimt och kontinentalt klimat. Under februari varierar medeltemperaturen vid kusten omkring cirka -1°C . Medan medeltemperaturen i inlandet samma månad är cirka $-2,5^{\circ}\text{C}$. Detta innebär att det kan vara kallare längre in i landet än ute vid kusten. Under juli månad är dock skillnaderna mellan kust och inland marginella, även fast inlandets temperaturer fluktuerar mer än vid kusten. Årsmedelnederbörden varierar mellan 500 mm vid kusten och 600 mm i inlandet (SMHI, 2022a). För den ostörda vinden är vindriktningen sydvästlig under året. Däremot bestäms vindens riktning, på samma sätt som vindhastigheten, av områdets topografi, dess vegetation och närliggande byggnader (SMHI, 2021b).

4.2 Gotlands framtidsklimat

Hur Gotlands framtidsklimat kommer att utvecklas beror främst på människans utsläpp av växthusgaser (Persson et. al. 2015). Enligt FN:s klimatpanel IPCC finns olika klimatscenarier som är beräknade till år 2100. Scenarierna beskriver hur framtidsklimatet kan bli vid olika halter av växthusgaser i atmosfären. För scenario RCP2.6 minskar utsläppen och uppvärmningen upphör. Om det i stället blir RCP4.5 fortsätter uppvärmningen, men utsläppen minskar efter år 2040. För scenario RCP6 ökar utsläppen, men kulminerar år 2060. Det sista scenariot är RCP8.5 där utsläppen fortsätter att öka (SMHI, 2021c; SMHI, u.å).

Vid slutet av seklet förväntas Gotlands uppvärmning öka till tre grader enligt scenario RCP4.5 medan scenario RCP8.5 förväntas öka med cirka fem grader. Uppvärmningen förväntas vara störst under sommarmånaderna. Då antalet varma dagar blir fler kommer värmeböljorna att öka. De olika scenarierna beräknar även att vegetationsperioden kommer att bli längre. För RCP4.5 ökar vegetationsperioden med 2 månader och för RCP8.5 ökar den med cirka 4 månader (Persson et. al. 2015).

Uppvärmningen kommer framöver ge större nederbördsmängder, speciellt av regn och alltmer sällan i form av snö. Årsmedelnederbörden förväntas öka med 20–30% till år 2100 i jämförelse med referensperioden 1961–1990. Antalet timslånga skyfall förväntas öka med 15–20%. Vinterns tillrinning förväntas öka med cirka 50%. Under hösten kommer tillrinningen också att öka, men minska kraftigt under våren och sommaren. Vattendragen kommer därför att ha höga vinterflöden medan topparna av vårflödena försvinner, vilket medför att vattendragen kommer ha förlängda säsonger med lägre flöden. Mot slutet av seklet kommer antalet dagar med låg markfuktighet öka, beroende på klimatscenario, från 15 dagar till 30–40 dagar (Persson et. al. 2015). Detta innebär således att oavsett scenario kommer framtidsklimatet på Gotland att bli blötare, torrare och varmare under olika långa perioder.

4.3 Vattentillgången på Gotland

I och med att Gotlands klimat kommer att förändras kommer också tillgången på vatten bli annorlunda. Tillgången av vatten i ett område påverkas av flera faktorer, men kan kategoriseras efter klimat, magasinering och vattenanvändning. Klimatet handlar bland annat om frekvensen av nederbörd och temperaturer. Magasinering innebär områdets kapacitet till att mellanlagra vatten. Vattenanvändning rör människans användning av vatten (Stensen et. al. 2019).

Under de rådande sommarmånaderna på Gotland är tillgången på vatten en bristvara. Anledningen beror på, förutom den ökade turismens vattenförbrukning, att Gotlands grundvattenmagasin är små eller dåligt kända. Merparten av höstens och vårens nederbörd bildar inte grundvatten till följd av Gotlands tunna jordlager och berggrund. Nederbörden rinner därför av markytan och vidare ut till havet. Den sämre grundvattenbildningen under sommarmånaderna beror dessutom på låga nederbördsmängder, ökad avdunstning och att vegetationen tar upp den nederbörd som faller. Dessutom kan salt påträffas i grundvattentäkterna, vilket påverkar kvaliteten och tillgången av vatten. Vatten har emellertid hittats på bland annat Fårö vilket är positivt för Gotlands framtida vattentillgångar (SGU, u.å).

5. Torka och trädsjukdomar

5.1. Stressfaktorer

Ett träd kan påverkas av olika typer av stress och störningar, de kallas stressfaktorer (se figur 11). Stressfaktorer kan påverka träds vitalitet genom att bland annat försämra fotosynteskapaciteten. Till följd av försämringen kan därför trädens tillväxt påverkas negativt (Sjöman et. al. 2015). Träd kan lida av en eller flera stressfaktorer samtidigt (Chapin III, 1991).

Stressfaktorer		
Abiotiska	Kemisk	pH Salt Marknäring Luft- och markföroreningar Pesticider
	Fysisk	Temperatur Vatten Vind Markegenskaper Ljus
Biotiska		Mikroorganismer Skadedjur Slitage och skador Allelopati Konkurrens Parasitism Sjukdomar

Figur 11 Illustrerar indelningen av abiotiska respektive biotiska stressfaktorer som kan påverka träd genom olika typer av stress och störningar (Sammanställd från Agrios, 2005; Sjöman et. al. 2015: figur 2.21).

Stressfaktorer fördelas mellan abiotiska och biotiska faktorer. De abiotiska faktorerna utgöres av två grupper där kemiska och fysiska omgivningsfaktorer kan påverka träd. Kemiska miljöegenskaper kan handla om ofördelaktigt pH eller saltskador som skapar ogynnsamma förhållanden. Det kan även vara luftföroreningar som påverkar trädbladens utveckling och fotosynteskapacitet. De fysiska miljöegenskaperna är suboptimala temperaturer, vattenbrist eller översvämningar som orsakar syrefattiga förhållanden, stormskador som alltför kraftfulla vindar, markegenskaper som näringsbrist eller jordpackning och ljus där till exempel skugga kan vara en stressfaktor. Biotiska faktorer rör i stället organismers stresspåverkan på träd. Exempel på biotiska faktorer är växtsjukdomar, insektsangrepp, slitage och skador på trädet orsakat av människa eller betesdjur, allelopati och konkurrens från andra växter (Sjöman et. al. 2015).

5.2. Torka

Det finns ingen universell definition av vad torka är (Lloyd-Hughes, 2013), trots att torka är vanligt förekommande i nästan alla klimatzoner (Mishra & Singh, 2010). Torka är därför ett stort begrepp som beror på vilket kunskapsområde som beskriver ordet (SMHI, 2021d). Det som försvårar en enhetlig definition är bland annat nederbördsmängd, markfukt, grundvattenflöde, transpiration, avdunstning (Lloyd-Hughes, 2013) och mänsklig påverkan (Loon et. al. 2016). SMHI definierar torka som (SMHI, 2022b):

”Torka definieras generellt som avvikelser från normala förhållanden, i form av underskott, för en vattenrelaterad variabel (nederbörd, markfukt, vattenföring, ytvattenmagasin, grundvattenmagasin) i ett givet område under en tidsperiod.” (SMHI, 2022b).

Vidare klassificerar SMHI torka efter fem kategorier: meteorologisk torka, markfuktighetstorka (jordbrukstorka), hydrologisk torka, ekologisk torka och socioekonomisk torka (SMHI, 2022b). Se figur 12 för beskrivning av de fem kategorierna.

Torka inleds oftast med meteorologisk torka. Därefter kan den meteorologiska torkan utvecklas till markfuktighetstorka och/eller hydrologisk torka. I ett senare skede kan dessa två leda till ekologisk torka och/eller socioekonomisk torka. Torkans utveckling är en långsam process. Till exempel om en period under vintern får ett underskott av nederbörd resulterar det i få allvarliga effekter. Medan om underskottet däremot fortsätter till våren blir effekterna desto allvarligare. Detta

beror på att nederbördsunderskottet inte fyller på grundvattnet och därmed blir markfuktigheten sämre (SMHI, 2022b).

Torka är en av de väderförhållanden som ses öka runt om i världen på grund av de pågående klimatförändringarna. Detta är alarmerande eftersom många olika trädarter, deras tillhörande vegetationsmiljö och artsammansättning kan komma att förändras (Menezes-Silva et. al. 2019). Konsekvenserna av torka innebär exempelvis att träd kan få en sämre tillväxt, öka riskerna för kolsvält och i värsta fall dö. Hur pass allvarliga konsekvenserna blir beror däremot på vilket framtidsscenario som kommer att inträffa (Brodrigg et. al. 2020). Men det beror även på andra faktorer såsom hur torkan betar sig och vilken typ av torka det är, och hur träden reagerar och svarar på torkan (Sjöman et. al. 2015).



Figur 12 Illustrerar klassifikationen av torka efter fem kategorier: meteorologisk torka, markfuktighetstorka (jordbrukstorka), hydrologisk torka, ekologisk torka och socioekonomisk torka (Sammanställd från Mishra & Singh, 2010; SMHI, 2022b).

5.2.1. Torkans tidpunkt, intensitet och varaktighet

Hur mycket skador ett träd får av torkstress beror på torkans tidpunkt, intensitet och varaktighet (Sjöman et. al. 2015). Det vill säga när torkan startar, hur svår torkan är

och hur länge torkan pågår (SMHI, 2022b), samt hur ofta torkan återkommer (Sjöman et. al. 2015). Förutom dessa parametrar kan trädets överlevnad bero på de skillnader i klimatet som råder på växtplatsen både före och efter en torka. Även måttligt torra år kan göra träd mer känsliga för torka inför kommande år. Vidare är även trädets återhämtningsförmåga beroende av hur väder- och miljöförhållanden utvecklas (Schwarz, 2020). Ett exempel på detta är den torra sommaren 2018 som bland annat påverkade Gotlands tallbestånd. Sedan 2018 har det rapporterats om att äldre tallar, enstaka eller i större bestånd, har nedsatt vitalitet eller är döende (Carlstedt et. al. 2021; Källsmyr & Jernberg, 2020). Om torkan följaktligen utvecklas till en situation där träd drabbas av akut uttorkning, kan inget träd överleva. Emellertid finns en komplexitet bland trädarter som gör att vissa arter är mer lämpade eller mer anpassningsbara för torrare förhållanden än andra. Detta innebär att trädararters fysiologiska och morfologiska egenskaper, i likhet med deras strategier, är avgörande över hur de kommer att hantera stressfaktorer som torka (Brodrick et. al. 2020). Träd har även biokemiska egenskaper som kan sändas ut i respons av torkstress och vattenbrist. I och med dessa egenskaper kan trädarter förbättra sina förutsättningar under torrare omständigheter (Bhusal et. al. 2021).

5.2.2. Exempel på skador, anpassningar och strategier hos träd

Träd som lider av torkstress kan få visuella skador som bladfall och intorkade bladkanter. Om vattenbristen är långvarig och intensiv kan trädet även få intorkade grenpartier. På till exempel nyetablerade träd är nämnda symptom en indikation på trädets tillstånd är kritiskt. Även lindriga torkskador resulterar i att träd avbryter sin skotttillväxt och sätter ändknopp för tidigt av säsongen med sämre utveckling och etablering (Sjöman et. al. 2015).

Klyvöppningar

Växten reglerar sina klyvöppningar för att fotosyntesen och transpirationen ska fungera. Denna fysiologiska mekanism är vital för växtens överlevnad men fungerar även som ett viktigt skydd mot irreversibla torkskador (Bhusal et. al. 2021). Om träd utsätts för en allvarlig torkstress svarar trädet med att stänga sina klyvöppningar. Denna mekanism gör att trädet kan spara vatten men till bekostnad av att fotosyntesen upphör. När cellandningen pågår förbrukas det energi i form av socker. Om klyvöppningarna hålls stängda blir trädets energinetto i förhållande till insättning av ny energi från fotosyntesen negativ (Sjöman et. al. 2015). Med andra ord får trädet en lägre koncentration av kol och högre koncentration av syre och därmed riskera kolsvält (Evert & Eichhorn, 2013). Om torkan därefter blir utdragen kan trädet skadas allvarligt (Sjöman et. al. 2015).

Det finns två olika egenskaper som trädarter använder för att reglera sina klyvöppningar. De kallas isohydriska och anisohydriska egenskaper. Isohydriska arter tenderar att reglera sina klyvöppningar för att bibehålla sin vattenpotential. Därför är isohydriska arter tämligen stabila under torrare förhållanden och kan därmed förhindra att hydrauliska fel i kärlvävnaderna uppstår. Anisohydriska arter däremot, är mindre stabila under torrare förhållanden. Anisohydriska arter har mindre kontroll över sin reglering av klyvöppningarna. Förvisso förhindrar denna egenskap kolsvält, men desto mer ökar riskerna för hydraulisk kollaps (Bhusal et. al. 2021).

Kavitation och hydraulisk kollaps

Kavitation är när vatten omvandlas till ånga i växtens xylem vid negativt vattentryck. Då bildas det luftembolier i xylemet som förhindrar vattentransporten till trädets växtdelar vilket kan leda till hydraulisk kollaps. Däremot har vissa vedartade arter bättre struktur av xylemet och behöver inte påverkas av luftembolier (Choat et. al. 2012). De kan nämligen modifiera diametern av xylemet och tjockleken på dess celler för att motverka kavitationer (Brunner et. al. 2015). Detta ökar trädens chanser för överlevnad och återhämtning vid långvariga torkperioder. Men om inte torkperioderna övergår till mer gynnsamma vattenförhållanden kan troligtvis ingen återhämtning av xylemet ske (Choat et. al. 2012).

Enligt Paulo Eduardo Menezes-Silva et. al. (2019) visar studier världen över som tyder på att höga träd är mer benägna att utveckla kavitation och hydraulisk kollaps under torra förhållanden än yngre, små träd. När träd åldras och växer sig högre ökar nämligen transportsträckan av vatten mellan rot och blad, vilket ökar spänningen i xylemet. Emellertid är detta ett kontroversiellt ämne då äldre träd, trots sin höjd, kan bibehålla en intakt vattenpelare genom att anatomiskt, morfologiskt och fysiologiskt förändra och förbättra sitt hydrauliska system vid torkstress (Menezes-Silva et. al. 2019).

Blad

Blad har ett vaxliknande lager, kutikula, som kan reducera förlusten av vatten hos träd. Ett tjockt vaxlager skyddar nämligen trädens blad för att bli för varma, vilket minskar transpirationen. Således kan träd ransonera sitt vatten under varmare perioder. Däremot varierar tjockleken på vaxlagret mellan olika trädarter och vissa arter kan vara mer lämpade för torrare klimat än andra. Blad kan även vara behårade med små hår, trikom. Håren, som vanligen sitter på bladens undersida, svalkar bladen och reducerar avdunstningen. Håren reflekterar även bort solljus och skyddar därmed träd från uttorkning. Trädarter, vars naturliga habitat är varmt och

torrt, har ofta blad som är små eller parbladiga. För ju mindre bladyta ett träd har, desto mindre varma blir bladen och följaktligen blir transpiration mindre (Sjöman et. al. 2015).

För att hantera torra perioder kan städsegröna träd bland annat samla in energi för lagringsyfte. Eftersom städsegröna träd kan få en betydligt längre växtsäsong än lövfällande träd kan de också lagra mer energi. Detta kan öka chanserna för överlevnad under varma och torra perioder som pågår under en längre tid (Sjöman et. al. 2015). Emellertid försvinner trädets möjlighet till temperaturreglering via bladen, vilket påverkar träden negativt. Eftersom klyvöppningarna sluter sig, eller delvis sluter sig, vid torka begränsas transpirationen och kylningseffekten avstannar. Bladen kan därefter exponeras för höga temperaturer vilket orsakar celldöd med symptom som intorkade blad (Marchin et. al. 2021).

Rötter

Trädets rötter fyller flera viktiga funktioner som vattenupptag, fysisk stabilisering och lagring av näring och socker. Rötterna kan även fungera som sensorer vid vatten- och näringsbrist och därefter signalera till de vegetativa delarna om bristförhållandet. Trädrötter består av grova rötter och finrötter. De grova rötterna förankrar träd i marken och kan transportera vatten upp de ovanjordiska delarna. Finrötternas roll är att absorbera vatten och näring (Brunner et. al. 2015).

Rötter kan tillämpa olika strategier för att tolerera och undvika torkstress och vattenbrist. Trädets reaktioner på torka involverar justeringar av rotbiomassan, anatomiska förändringar och fysiologiska acklimatiseringar (Brunner et. al. 2015).

Trädarter som växer i torrare klimat har generellt ett högre root-to-shoot ratio, tillväxtförhållandet mellan rot och skott, och ett djupare rotsystem än trädarter som växer i fuktigare klimat. Ett djupare rotsystem kan finna vatten längre ner i jordprofilen och följaktligen tillgodose trädets vattenbehov. När rötter drabbas av måttlig vattenbrist ökar generellt inte rotbiomassan, men produktionen av finrötter stimuleras dock. Om en allvarlig torka inträffar kommer den relativa rotbiomassan öka eftersom de ovanjordiska delarna minskar i tillväxt. Samtidigt kan träd offra sina finrötter, liknande bladfällning, som observerats i tempererade och boreala skogar. Träd kan även offra äldre rötter beroende på hur trädet svarar på torka. Det handlar också om vilken investeringsgrad trädet vill och kan förbruka då tillverkningen av nya rötter kräver energi (Brunner et. al. 2015).

5.3. Trädsjukdomar

Trädsjukdomar består av ett stort område av infektioner, avvikelser och störningar och beror på de skador som uppstår till följd av abiotiska och biotiska faktorer (Callan, 2001). Generellt delas faktorerna upp i två delar inom växtpatologi. Abiotiska faktorer utvecklas av miljöfaktorer och leder till icke-infektionssjukdomar. Biotiska faktorer utvecklas av mikrobiella infektioner och leder till infektionssjukdomar (Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016). Vidare utvecklas sjukdomar som ett resultat av samspelet mellan mottagliga värdväxter, patogener och gynnsamma miljöer (Olivia et. al. 2013).

Trädsjukdomar sprids av ett brett spektrum av organismer, såsom växter, djur, svampar, algsvampar, virus, bakterier, nematoder och insekter (Boyd et. al. 2013). Dessutom kan mänskliga aktiviteter orsaka patogenangrepp eller skador på träd. Ett exempel är vid beskärning där organismer lättare kan ta sig in genom öppna beskärningssår eller att en felaktig beskärning utförts såsom toppkapning (Rebek & Schnelle, 2013). Samtidigt behöver inte alla organismer utgöra en fara eller risk för trädet då till exempel svampar och insekter är en naturlig del av ett träds livscykel. De eventuella skador och risker som upptäcks behöver följaktligen bedömas efter respektive situation (Mebus, 2014; Rebek & Schnelle, 2013).

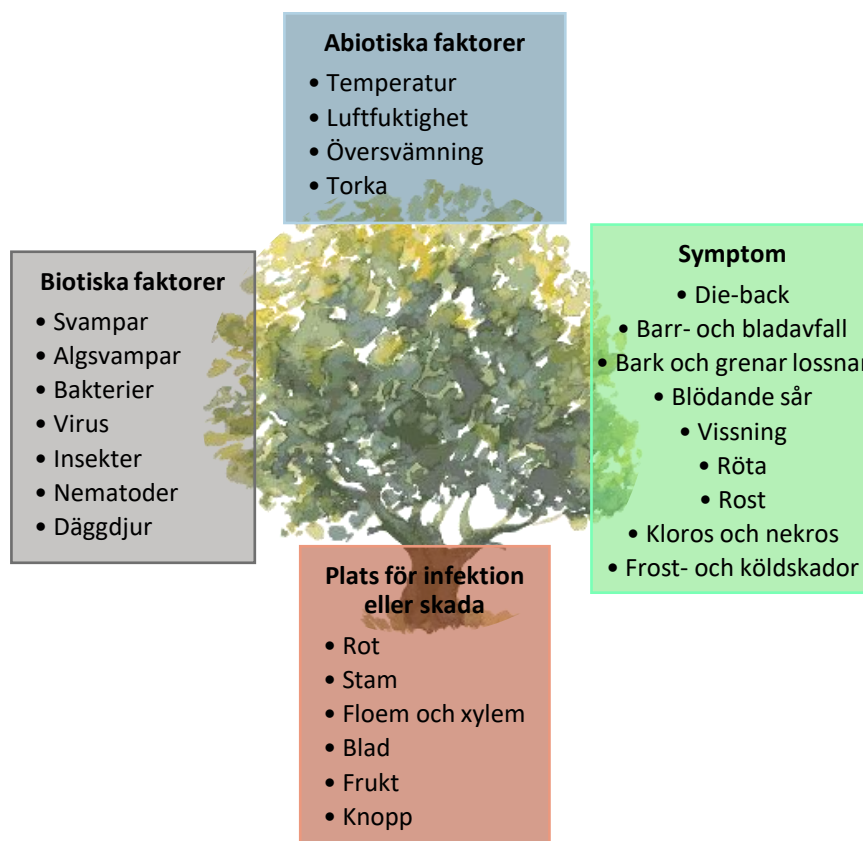
5.3.1 Globalisering och klimatförändringar

Under de senaste tvåhundra åren har allt fler trädsjukdomar upptäckts i Europa. Med stor sannolikhet beror ökningen på människans ökande rörlighet, globalisering och de pågående klimatförändringarna (McKinney et. al. 2014). Alla dessa faktorer har medfört olika störningar och förändringar av ekosystem. Samtidigt kan dagens ökning av patogener, som svampsjukdomar, delvis förklaras av att teknikerna för att diagnostisera sjukdomar har förbättrats under de senaste trettio åren. Vissa algsvampar, som *Phytophthora*-arter, är förmodligen redan inhemska i ostörda skogar. När de upptäcks blir de därför relativt nya för vetenskapen (Santini et. al. 2013).

Människans rörlighet och globalisering medför ökade risker av att både trädsjukdomar och skadeinsekter kan importeras med exempelvis plantmaterial, substrat och virke (Santini et. al. 2013). Emellertid kan riskerna för sjukdoms- och skadedjursspridning vara lika stor för inhemskt plantmaterial som distribueras inom Sveriges gränser (Mebus, 2014; Sjöman et. al. 2015). Klimatförändringar, som torka, kan öka trädets känslighet för skadedjurs- och sjukdomsangrepp. Vidare medför skiftningar i klimatet även fördelar för skadedjur och sjukdomar då tidigare ogynnsamma miljöer blir mer lämpliga (Boyd et. al. 2013).

5.3.2 Exempel på trädskjdomars inverkan på träd

Trädsjukdomars symptom, vilket trädorgan eller art som angrips eller vilken påverkan en sjukdom har på trädet kan variera (se figur 13). Detta beror exempelvis på vilken organism som orsakar sjukdomen. Patogener kan till exempel angripa och infektera olika sorters växtdelar på träd (Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016). Växtorgan som kan angripas är bland annat rötter, floem- och xylemvävnad, stam, blad, frukt och knopp (Agrios, 2005). Vissa patogener infekterar yngre växtdelar eller hela fröplantor, medan andra infekterar äldre och mogna vävnader (Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016).



Figur 13 Illustrerar exempel på stressfaktorer som kan påverka hälsan och utseendet hos träd, och vilka växtdelar som kan infekteras eller skadas och deras symptom. (Sammanställd från Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016; Agrios, 2005; Boyd et. al. 2013; Mebus, 2014; Olivia et. al. 2013. Illustration: Tree watercolor. agnessse3, 2021).

Sjukdomars påverkan på träd är bland annat reducering av tillväxten vilket kan göra träd småväxta (Abdulkhair & Alghuthaymi, 2016). Die-back är en annan påverkan där delar av kronan dör. Visuella kännetecken av sjukdom eller skador kan vara blödande sår, vissning, rotröta, rost, frost- och köldskador. Kloros och nekros är

även de kännetecken vid infektion eller skada (Agrios, 2005). Drabbade träd kan även få barr- och bladfällningar och att bark eller grenar lossnar. Symptomen kan i sin tur orsaka skönhetsdefekter vilket minskar trädets estetiska värde. I värsta fall blir skadorna omfattande och medför ökade skaderisker för person eller egendom. Träds skador kan även leda till högre skötselkostnader (Mebus, 2014).

Beroende på trädslag och orsak till sjukdom kan träds sjukdomsförlopp variera i hastighet. Ett angrepp kan vara tillfälligt eller permanent. Vid permanenta angrepp får trädet en vitalitetsminskning. Om sjukdomen har etablerats och sprider sig i trädet kan dödsfall ske efter bara några månader. Träd kan även dö efter flera års sjukdom (Mebus, 2014).

6. De inventerade kyrkogårdarna

6.1 Presentation av material

Materialet presenteras efter naturtyperna: berg, hållmark, kustlandskap/hav, odlingslandskap, samhälle, sjö/våtmark och änge/lövskog. Se bilaga 4 för kyrkogårdarnas situationsplaner och trädarternas placering. Panoramafotografierna är tagna av författaren och om inget annat anges, är de tagna åt norr.

6.1.1 Berg

Linde

Linde kyrka är byggd intill Lindeberget på sydvästra Gotland (se figur 14). Kyrkogården är cirka 0,3 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens norra mursida. Övergripande naturtyp är berget åt nordväst. På den södra mursidan finns åkermark och efter åkermarken ett parti med gles blandskog.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn, hästkastanj och tuja. Bok och skogslönn utanför stenmurens nordvästra hörn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig. Beskärningsskador finns på bland annat skogslönnarna längs med södra stenmuren. Håligheter och röta finns i merparten av träden.



Figur 14 Linde kyrkogård.

Östergarn

Östergarn kyrka är byggd på en höjd intill Östergarnsberget på östra Gotland (se figur 15). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården står på en terrassmur och omsluts delvis av ett järnstaket. En landsväg går längs med kyrkogårdens södra sida. Övergripande naturtyp är berget åt söder. Öster om kyrkan finns ett prästänge och ett glest lövträdsparti åt norr.

Kyrkogårdsträden består av ask, idegran, hästkastanj, tysklönn, robinia, oxel och en alm, ett sorgträd. Ask, tysklönn och björk står utanför kyrkogården järnstaket respektive terrassmur (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, detta stöds också av Östergarn kyrkogårds trädplan (Hjerpe, 2019/2020). Det finns askskottssjuka på kyrkogården och vissa av björkarna förmodas vara angripna av häckkvast. Träden har håligheter och röta. Tysklönn vid landsväg med stora beskärningsytor, ser stressad ut. Murgröna växer på en ask, en tysklönn och några björkar.



Figur 15 Östergarns kyrkogård.

Klinte

Klinte kyrka är byggd intill Klinteberget på västra Gotland (se figur 16). Kyrkogårdsområdet består av tre delar: en begravningsplats nordost om kyrkan, en kyrkogård som omger kyrkan och en ängskyrkogård söder om kyrkogården. På grund av arbetets avgränsning är endast kyrkogården inventerad. Denna del är cirka 0,4 hektar. Kyrkogården omsluts av kalkputsad stenmur, med en sträcka järnstaket i norr och stenmur i öster. En landsväg passerar längs kyrkogårdens östra mursida. Övergripande naturtyp är berget åt öster. Lövskog åt väster, ett mindre lövskogsparti åt norr och ängskyrkogård åt söder.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, oxel, finnoxel, björk, lind, rönn och idegran. Längs med östra mursidan finns nyplanteringar av skogslönn (se bilaga 4). Efter en

okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god, samma slutsats ges i Klinte kyrkogårds trädinventering (Arvidsson, 2018: bilaga 4). Däremot är en äldre lind bakom kyrkan på tillbakagång och i sämre skick, okänd torkad svamp hittades nedanför trädet. Några av oxlarna har påkörningsskador. Några av de äldre skogslönnarna har torra grenpartier.



Figur 16 Klinte kyrkogård.

6.1.2 Hällmark

Rute

Rute kyrka är byggd på en liten höjd på norra Gotland (se figur 17). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar norr om kyrkogården och en mindre väg på den västra sidan. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. Ett parti med löv- och barrträd löper längs nordvästra sidan av kyrkogården och som sedan övergår i barrskog.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn, ask och hästkastanj (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, detta överensstämmer med Rute kyrkogårds trädinventering (Vahlgren & Lindahl, 2021). Merparten av träden har håligheter och röta, några har skador på deras ytliga rötter, andra har frostsprickor. En ask har stubbdyna vid stambasen.



Figur 17 Rute kyrkogård.

Anga

Anga kyrka är byggd på östra Gotland (se figur 18). Kyrkogården är cirka 0,8 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En grusväg passerar kyrkogårdens östra sida, längre söder ut finns en landsväg. Övergripande naturtyp är hållmark. Betesmark och gräsytor åt norr och öster. Ett mindre vattendrag går längre upp ovanför kyrkogården åt nordväst.

Kyrkogårdsträden består av ask och vildapel (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, detta stöds också av Anga kyrkogårds trädinventering (Hjerpe, 2019/2020). Samtliga träd har håligheter och röta. Askarna har förmodad askskotssjuka. Det solitära vildapelträdet ser stressat ut. Den har intorkade grenar, mycket lav växer på stam, gren och kvist, vattenskott och stamskada.



Figur 18 Anga kyrkogård.

Ardre

Ardre kyrka är byggd på en liten höjd på östra Gotland (se figur 19). Kyrkogården är cirka 0,3 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar en bit bort från kyrkogårdens västra sida. En mindre grusväg löper längs med den södra

och östra mursidan. Övergripande naturtyp är hällmark. Betesmark och öppna gräsytor omger kyrkogården.

Kyrkogårdsträden består av ask, hästkastanj, skogslönn och prydnadsapel. Nyplanteringar med asklönn (buskträd) och naverlönn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig. Askarna är i sämre skick. Håligheter och röta. Enligt uppgifter från Gustafson¹ ska hästkastanjen periodvis tappa bark.



Figur 19 Ardre kyrkogård.

Hall

Hall kyrka är byggd på norra Gotland (se figur 20). Kyrkogården är cirka 0,2 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens östra sida. Övergripande naturtyp är hällmark. Betesmarker finns runt kyrkogården med större löv- och barrträdsskogar längre bort.

Kyrkogårdsträden består av hästkastanj, skogslönn, ask och ek. Nyplanteringar av hästkastanj och skogslönn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god. Håligheter, döda grenar och röta i de äldre träden.

¹ Linda Anderberg Gustafson, klockare i Garde församling, mejlkontakt, 14-03-2022.



Figur 20 Hall kyrkogård.

Fleringe

Fleringe kyrka är byggd på norra Gotland (se figur 21). Kyrkogården är cirka 0,6 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. Övergripande naturtyp är hållmark. Omgivningen är odlingslandskap och en trädunge sydväst om kyrkogården. Längre västerut finns en större barrskog.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn, lind och ask (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, liknande resultat finns i Fleringe kyrkogårds trädinventering (Vahlgren & Lindahl, 2021). Askträden i sämre skick. Ett av askträden har bland annat insektshål och lossnade bark. Håligheter och röta finns i merparten av träden.



Figur 21 Fleringe kyrkogård.

Sundre

Sundre kyrka är byggd på en högre höjd på södra Gotland (se figur 22). Kyrkogårdsområdet består av en kyrkogård och en begravningsplats. Begravningsplatsen ligger öster om kyrkogården. Den inventerade kyrkogården är cirka 0,3 hektar. En bit bort från kyrkogården passerar en landsväg. En mindre grusväg går från landsvägen upp till kyrkogården i syd-sydvästlig riktning.

Övergripande naturtyp är hällmark. Glesa partier av lövskog, med ett större bestånd åt söder.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn och hagtorn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, liknande slutsats i Sundre kyrkogårds trädvårdsplan (Selin, 2014). Hagtornsträdet verkar stressat, torra årsskott. Viss håligheter och röta i lönnarna. Murgröna växer på några av lönnarna.



Figur 22 Sundre kyrkogård.

6.1.3 Kustlandskap/hav

Västergarn

Västergarn kyrka är byggd invid kusten (ca 660 m från strandkanten) på västra Gotland (se figur 23). Kyrkogården är cirka 0,3 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens södra sida och en mindre väg på den östra sidan. Övergripande naturtyp är kustlandskap/hav. Betesmarker åt nordöst, nordväst och söder. Åt sydost växer barrskog.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn och lind (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig, samma slutsats ges i Västergarn kyrkogårds trädinventering (Arvidsson, 2018: bilaga 4). En sämre vitalitet beror troligtvis på skador som beskärningsskador. Murgröna växer på en av skogslönnarna.



Figur 23 Västergarn kyrkogård.

Fårö

Fårö kyrka är byggd på en höjd invid kusten (ca 170 meter från strandkanten) på norra Gotland (se figur 24). Kyrkogården är cirka 0,9 hektar. Kyrkogårdsområdet består av två delar, en äldre och en yngre, som omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens sydöstra-östra sida och en mindre grusväg med parkering på den södra mursidan. Övergripande landskap är kustlandskap/hav. Omgivningen består av ett odlingslandskap. Enstaka löv- och barrträd växer i omgivningen. På den västra sidan är landskapet öppet mot havet.

Kyrkogårdsträden består av tysklönn, ask, lind och skogslönn. Den yngre begravningsplatsen har en trädkrans av mestadels oxel, enstaka skogslönnar (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, samma slutsats ges i Fårö kyrkogårds trädinventering (Vahlgren & Lindahl, 2021). Askarna är i sämre skick. Likaså är många av tysklönnarna. Håligheter, döda grenar och röta i de flesta träd, speciellt asken och tysklönnen. Några enstaka oxlar är i sämre skick.



Figur 24 Fårö kyrkogård.

Fröjel

Fröjel kyrka är byggd på en höjd invid kusten (ca 960 m från strandkanten) på sydvästra Gotland (se figur 25). Kyrkogården är cirka 0,6 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens östra sida och en mindre

väg på den västra sidan. Övergripande naturtyp är kustlandskap/hav. På den västra sidan är landskapet öppet mot havet. Blandskog åt norr och söder.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, ask, oxel, lind, hästkastanj och idegran (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, liknande slutsats i Fröjel kyrkogårds trädinventering (Arvidsson, 2018: bilaga 3). Däremot är några skogslönnar längs norra och östra stenmuren påverkade av torka. Askar längs norra stenmuren är påverkade av torka. Påträffas håligheter och röta. Påkörningsskador på lind.



Figur 25 Fröjel kyrkogård.

6.1.4 Odlingslandskap

När

När kyrka är byggd på sydvästra Gotland (se figur 26). Kyrkogården är cirka 0,8 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens södra sida. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. En tät blandskog åt nordväst och en glesare blandskog åt sydöst. Gräsbevuxen mark finns norr och söder om kyrkan. Längs med norra sidan av kyrkogården, cirka 60 meter bort, rinner Närsån.

Kyrkogårdsträden består av lind, bok, idegran och skogslönn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god. Däremot är två skogslönnar längs södra stenmuren i mycket sämre skick förmodligen på grund av äldre beskärningsskador. De har håligheter och röta, svamp växer på en av skogslönnarna.



Figur 26 När kyrkogård.

Dalhem

Dalhem kyrka är byggd på mellersta delen av nordöstra Gotland (se figur 27). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar längs kyrkogårdens västra sida. Övergripande naturtyp är odlingslandskap men intilliggande åkermark som går från nordöst till sydost. En gles blandskog och prästänge åt söder och gles lövskog åt nordväst.

Kyrkogårdsträden består av lind, ask och skogslönn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig, detta överensstämmer med Dalhem kyrkogårds trädinventering (Hjerpe, 2019/2020). Askarna är i sämre skick med håligheter, röta och torra grenpartier. Lindarna har torra grenar.



Figur 27 Dalhem kyrkogård.

Lojsta

Lojsta kyrka är byggd på en liten höjd på mellersta Gotland (se figur 28). Kyrkogården är cirka 0,3 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens västra sida. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. Ett glest lövträdsparti växer norr om kyrkan. Åt väster finns en större lövskog och åt öster en större blandskog mestadels med barrträd. Längs södra stenmuren ligger åkermark. Åkermarken har en bit vatten stående längs med den östra blandskogens

ytterkant. En gles trädunge löper längs östra stenmuren med ask, skogslönn och ek i varierande åldrar. Öster om trädungen finns en mindre bit åkermark.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, ask, björk och tuja. Entrén till kyrkogården består av en allé av ask och skogslönn (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig. De träd i sämre skick beror gissningsvis på äldre beskärningsskador. Håligheter och röta finns i merparten av träden.



Figur 28 Lojsta kyrkogård.

Bunge

Bunge kyrka är byggd på nordöstra Gotland (se figur 29). Kyrkogården är cirka 1,3 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens norra sida och en mindre grusväg på den västra sidan. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. Ett glest stråk av lövträd börjar inne på kyrkogården och som sedan löper ut ur det sydöstra hörnet av kyrkogården. Stråket fortsätter ut i ett större, glest bestånd av lövträd. Längre västerut finns en stor barrskog.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, ask, hästkastanj, lind, alm och oxel (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, detta stöds också av Bunge kyrkogårds trädinventering (Vahlgren & Lindahl, 2021). Merparten av askträden är i sämre skick, med bland annat håligheter och röta. Några av hästkastanjerna har frostsprickor. Vid inventering observerades att en av skogslönnarna har en större fläxskada kronan. Några mindre skogslönnar har nedsatt vitalitet.



Figur 29 Bunge kyrkogård.

Halla

Halla kyrka är byggd på mellersta Gotland (se figur 30). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens västra sida. En mindre grusväg omgärdar kyrkogården från nordost till sydväst, sammansluter med landsvägen i norr och väst. Övergripande naturtyp är odlingslandskap.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, tysklönn, ask och finnoxel. Tre tujor som alléträd vid kyrkogården (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, samma slutsats ges i Halla kyrkogårds trädinventering (Hjerpe, 2019/2020). Äldre beskärningsskador på lönnarna, sannolikt toppkapning. Håligheter och röta på de flesta träden. Enstaka savflöden förekommer. Torra grenar. Finnoxlarna ser fina ut. Tujorna visar begynnande toppdöd.



Figur 30 Halla kyrkogård.

Hamra

Hamra kyrka är byggd på södra Gotland (se figur 31). Kyrkogården är cirka 0,4 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens östra sida och en mindre väg på den västra sidan. Övergripande naturtyp är

odlingslandskap. Glesa partier av löv- och barrträd växer åt norr och sydöst. Längre västerut börjar en större barrskog.

Kyrkogårdsträden består av oxel, ask, skogslönn och lind (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, liknande slutsats har inte Hamra kyrkogårds trädvårdsplan vilken bedöms vara god (Selin, 2014). Askarna är i sämre skick. Likaså några av oxlarna. Tydliga beskärningsskador, sannolikt toppkapning, på träden längs söder mursida. De flesta träden har håligheter och röta. Murgröna växer på flera träd, speciellt längs söder mursida.



Figur 31 Hamra kyrkogård.

Gammelgarn

Gammelgarn kyrka är byggd på östra Gotland (se figur 32). Kyrkogården är cirka 0,4 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens västra sida och en mindre grusväg på den södra sidan. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. En gles, smal trädunge löper längs norra stenmuren. Träddungen innehåller bland annat ask och skogslönn i varierande åldrar. Väster om kyrkogården finns glesa partier av löv- och barrträd.

Kyrkogårdsträden består av lind, tysklönn, ask, skogslönn, idegran och hästkastanj (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, detta stöds också av Gammelgarn kyrkogårds trädinventering (Hjerpe, 2019/2020). Askarna är i sämre skick, en av askarna förmodas ha askskottssjuka. Några mindre lindar är också i sämre skick. Håligheter och röta på de flesta av träden.



Figur 32 Gammelgarn kyrkogård.

Vamlingbo

Vamlingbo kyrka är byggd på södra Gotland (se figur 33). Kyrkogårdsområdet består av tre delar. Kyrkogården, en större begravningsplats och en stor gräsyta. Alla delarna inventerades och är cirka 1,2 hektar. Kyrkogårdsområdets delar omsluts av stenmurar. På kyrkogårdsområdets östra sida, cirka 50 meter bort, passerar en landsväg. En mindre grusväg går längs den östra muren. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. En större blandskog finns längre västerut.

Kyrkogårdsträden består av en trädkrans med oxel, högresta lundalmar, skogslönn, tysklönn, ask och hästkastanj. Den yngre begravningsplatsen har en trädkrans av lind, en allé med finnoxel och en ensam skogslönn. Den större gräsytan består av en allé av oxel (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, samma slutsats ges i Vamlingbo kyrkogårds trädvårdsplan (Selin, 2013). Askarna är i sämre skick. På några av träden, som oxel och lundalm, växer det murgröna. Några av träden, skogslönn och oxel, har barklossning. Hålligheter och röta. Påkörningsskador på vissa synlig trädrötter.



Figur 33 Vamlingbo kyrkogård.

Martebo

Martebo kyrka är byggd nordvästra Gotland (se figur 34). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar längs

kyrkogårdens norra mursida. Övergripande naturtyp är odlingslandskap. En gles blandskog finns åt syd-sydväst.

Kyrkogårdsträden består av lind, skogslönn, rosenhagtorn, prydnadsapel, purpurapel och blodhägg (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, liknande slutsats i Martebo kyrkogårds trädinventering (Arvidsson, 2018: bilaga 3). Däremot verkar aplarna vara i sämre vitalitet. Mycket lav på stam, gren och kvist. Stamsyrenen har en svamp på stammen. Rosenhagtornet ser stressad ut.



Figur 34 Martebo kyrkogård.

6.1.5 Samhälle

Stånga

Stånga kyrka är byggd i en tätort ungefär på mellersta delen av södra Gotland (se figur 35). Kyrkogårdsområdet består av två delar: en större begravningsplats norr om kyrkan och en mindre kyrkogård som omger kyrkan. Den sistnämnda är den som har inventerats och är cirka 0,4 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg går längs med nord-nordöstra sidan av kyrkogården. En mindre grusväg går längs med den västra-sydvästra sidan. Åt söder finns en större byggnad med parkering. Övergripande naturtyp är samhälle. Omgivningen är odlingslandskap och gles blandskog åt norr.

Kyrkogårdsträden består av bok (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god.



Figur 35 Stångå kyrkogård. Taget åt nordväst.

Hemse

Hemse kyrka är byggd i en tätort ungefär på mellersta delen av södra Gotland (se figur 36). Kyrkogården är cirka 1,1 hektar. Kyrkogården omsluts av stenmur och järnstaket. Övergripande naturtyp är samhälle. En landsväg passerar kyrkogårdens västra sida, och en mindre väg till öster. Övergripande naturtyp är samhälle. Ett mindre trädbestånd av löv- och barrträd åt sydöst.

Kyrkogårdsträden består av lind, skogslönn, tysklönn, hängbjörk, ek, idegran, svarttall, apel och tuja (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till god, liknande slutsats i Hemse kyrkogårds trädinventering (Eva Selin, 2007: bilaga 3). Håligheter, påkörningsskador och röta.



Figur 36 Hemse kyrkogård.

6.1.6 Sjö/våtmark

Hejde

Hejde kyrka är byggd på en liten höjd på mellersta Gotland (se figur 37). Hajdträsk ligger cirka 270 meter bort. Kyrkogården är cirka 0,4 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur som delvis är kalkputsad. En landsväg går längs med den södra mursidan. Övergripande naturtyp är sjö/våtmark. Omgivningen består av åkermark och glesa trädpartier med löv- och barrträd.

Kyrkogårdsträden består av finnoxel, ask, pelarek och paraplyalm. Nyplantering av parklind längs norra muren och äldre skogslind längs södra muren (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god.



Figur 37 Hejde kyrkogård.

Boge

Boge kyrka är byggd på nordöstra Gotland (se figur 38). Boge vik ligger cirka 570 meter bort. Kyrkogården är cirka 0,7 hektar. Kyrkogården står på en terrass, men omsluts dels av stenmur, dels av formklippt häck. En landsväg passerar en bit från kyrkogårdens östra sida. Övergripande naturtyp är sjö/våtmark. Till stor del består omgivningen av odlingslandskap. En gles träddunge börjar på mitten av kyrkogården längs den norra terassmuren, och fortsätter åt öster. Träddungen innehåller ask, skogslönn och ek i varierande åldrar. Det finns ett ö-parti med löv- och barrträd åt väster. En större blandskog åt söder förbi åkermarken.

Kyrkogårdsträden består av skogslönn, hästkastanj, ask och purpurapel (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god, detta överensstämmer med Boge kyrkogårds trädinventering (Arvidsson, 2017: bilaga 2). Däremot finns smärre påkörningsskador, en skogslönn i sämre skick och en ask i mycket dåligt skick på grund av askskottssjukan.



Figur 38 Boge kyrkogård.

Tingstäde

Tingstäde kyrka är byggd bredvid Tingstäde träsk (ca 90 m från sjön) på norra Gotland (se figur 39). Kyrkogården är cirka 0,5 hektar. Kyrkogården omsluts av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens södra mursida och en mindre grusväg med parkering sydost om sidan. Övergripande naturtyp är sjö/våtmark. Blandskog åt norr och söder. På den sydöstra sidan är landskapet öppet mot sjön, bortsett mot ett par träd.

Kyrkogårdsträden består av en allé av oxel. Den yngre begravningsplatsen har en trädkrans av lind och en solitär paraplyalm (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, detta stöds också av Tingstäde kyrkogårds trädinventering (Vahlgren & Lindahl, 2021). Oxlarna är i sämre skick. De har samtliga en minimerad tillväxt och mycket lav som växer på stam, gren och kvist. Lindarna och sorgeträdet verkar vara i gott skick. Några av lindarna har håligheter.



Figur 39 Tingstäde kyrkogård.

6.1.7 Änge/lövskog

Öja

Öja kyrka är byggd på södra Gotland (se figur 40). Kyrkogårdsområdet är 1 hektar. Det inventerade området som omsluter kyrkan är cirka 0,6 hektar. En yngre utvidgning av kyrkogården är gjord åt öster år 1978–1980. En landsväg passerar kyrkogårdens östra mursida. Övergripande naturtyp är änge/lövskog, med ett prästänge åt sydväst. Odlingslandskap med åkermark och öppna gräsytor åt nordost-söder.

Kyrkogårdsträden består av lind, skogslönn, tysklönn och skogsek (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara god, detta stöds också av Öja kyrkogårds trädvårdsplan (Selin, 2014). Däremot har några träd håligheter och röta. Några träd är i konflikt med kyrkogårdens stenmur. En ask längs med norra stenmuren ser ut att var i sämre skick.



Figur 40 Öja kyrkogård.

Källunge

Källunge kyrka är byggd på mellersta delen av nordöstra Gotland (se figur 41). Kyrkogården är cirka 0,3 hektar. Kyrkogården omgärdas av en stenmur. En landsväg passerar kyrkogårdens västra sida. Övergripande naturtyp är änge/lövskog. Omkring äng och lövträden finns åkermark. En bit åt väster växer en mindre blandskog.

Kyrkogårdsträden består en trädkrans med merparten ask och en skogslönn. Lundalm växer utanför kyrkogårdens södra muren. Entrén till kyrkogården består av en allé av lind. En nyplantering av ek på norra sidan av kyrkan. (se bilaga 4). Efter en okulär besiktning bedöms trädens vitalitet vara måttlig till dålig, samma slutsats ges i Källunge kyrkogårds trädvårdsplan (Selin, 2011) och trädinventering (Arvidsson, 2018: bilaga 3). Merparten av askarna är i sämre skick. Vid inventering har en av askarna kraftiga savflöden, vilket indikerar ett stressat träd. En annan ask

har svamp och insektshål i stam. De har även håligheter och röta. Lundalmarna ser stressade ut, men har relativt god vitalitet. Murgröna växer på två av almarna.

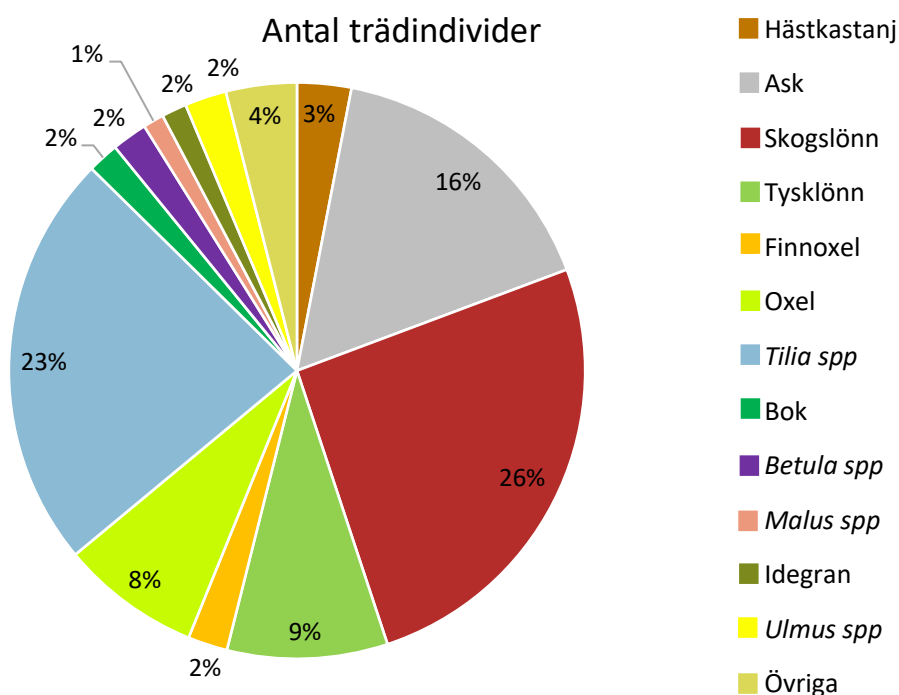


Figur 41 Källunge kyrkogård.

7. Resultat från inventering av trädbestånd

7.1 Dagens trädbestånd

I nuläget finns det sammanlagt 852 träd på de inventerade kyrkogårdarna (se figur 42). Detta inkluderar uppstammad syren, idegran, tuja, nyplanteringar och yngre träd.

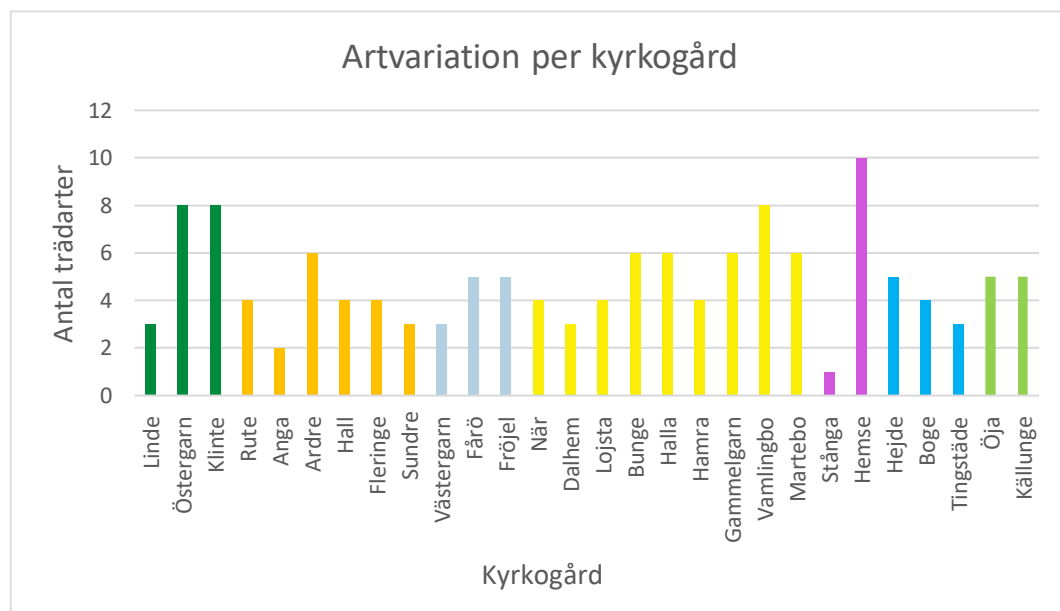


Figur 42 Visar antalet trädindivider i procent på kyrkogårdarna. Sammanlagt finns det 852 trädindivider. Trädarter som understiger tio i antal (under 1%) samlas i kategorin övriga. (Se bilaga 1 för övriga trädarter).

Det finns sex trädarter som är framträdande i sitt antal. Det vanligaste trädet är skogslönn, med 26%. Det näst vanligaste trädet är lind, med 23%. Ask är det tredje

vanligaste trädet, med 15%. Därefter kommer tysklönn med 9%, oxel med 8% och till sist hästkastanj med 3%. De kyrkogårdsträd som är mindre vanliga är rönn och svarttall, där det endast förekommer 0,1% av varje trädart (se bilaga 1 för antalet trädindivider).

Artfördelningen på kyrkogårdarna varierar (se figur 43). I nuläget finns det sammanlagt 135 trädarter på de inventerade kyrkogårdarna. Den kyrkogård som har högst artvariation är Hemse, med tio trädarter. Sedan kommer Östergarn, Klinte och Vamlingbo, med åtta trädarter. De kyrkogårdar som har lägst artvariation är Anga, med två trädarter, och Stånga, med en trädart (se bilaga 2 för antalet trädarter).

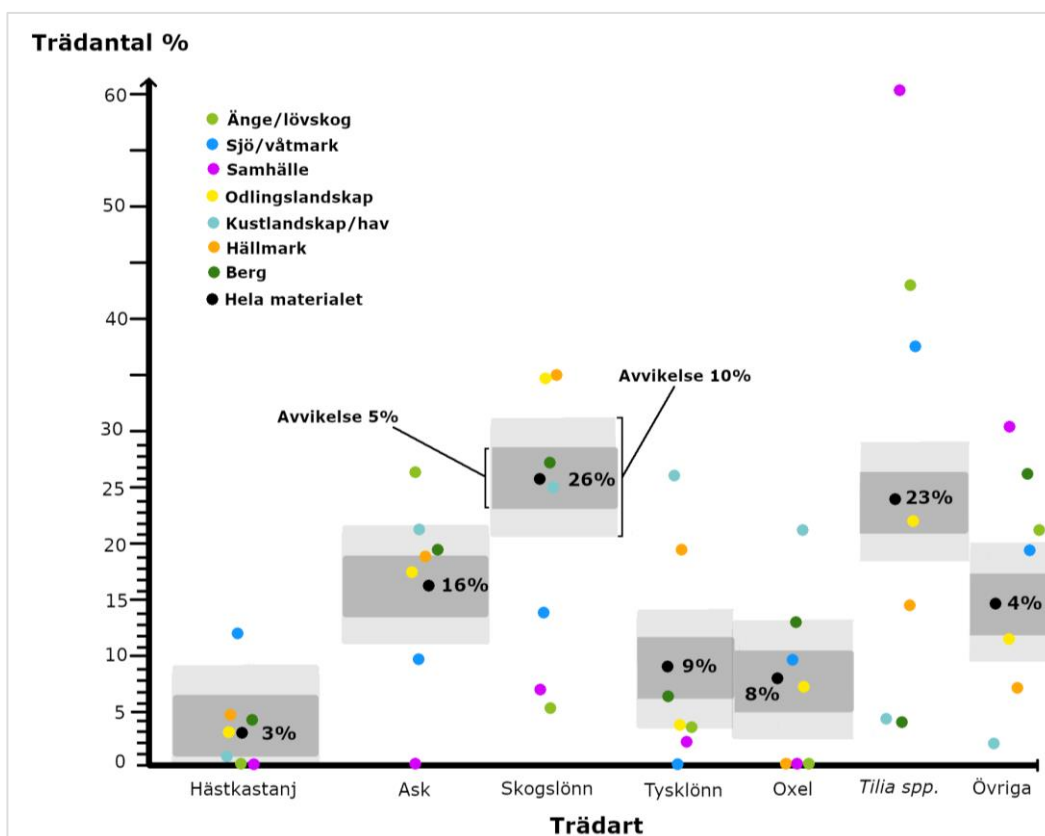


Figur 43 Visar artvariationen för varje kyrkogård. Färgerna representerar naturtyperna, sett från vänster: berg (grön), hållmark (orange), kustlandskap/hav (ljusblå), odlingslandskap (gul), samhälle (lila), sjö/våtmark (blå) och änge/lövskog (ljusgrön).

Merparten av de gotländska kyrkogårdarna har trädkransar. Trädkransarnas artfördelning kan bestå av en eller flera arter. På några av kyrkogårdarna, som Anga, har det funnits en trädkrans som numer är borta. Solitärer kan förekomma som antingen ett eller flera träd, men behöver inte heller finnas på kyrkogårdarna. Ett fåtal av kyrkogårdarna har alléträd vid huvudentrén till kyrkogården som Lojsta och Källunge. Kyrkogårdarnas trädbestånd består till stor del av samma trädarter, men det finns undantag som Hemse, Klinte, Östergarn och Vamlingbo som har mer artvariation. Kyrkogårdarnas trädvårdsplaner indikerar att den uppskattade åldern

på träden ligger mellan 50–140 år. Dock finns det fler trädindivider som är mellan 100–140 år. Det förekommer träd som är äldre än 140 år. Kyrkogårdarna har få yngre trädgenerationer, som nyplanteringar. De som har nyplanteringar är exempelvis Hejde, Hall och Ardre. Västergarns trädvårdsplan innehåller kommande planeringar för nyplanteringar (Arvidsson, 2018: bilaga 2). Åldern på de vuxna träden kan variera mellan de äldre och yngre kyrkogårdsdelarna. Exempelvis har Fårö många äldre träd (ask, tysklönn, lind, skogslönn) på den äldre kyrkogårdsdelen, medan den yngre kyrkogårdsdelen består av träd (oxel, skogslönn) som är något yngre.

Beträffande sambandet mellan naturtyper och de sex vanligaste trädarternas antal finns det några tydliga punkter (se figur 44). För hästkastanj kan man se marginella skillnader mellan de olika naturtyperna. Detta eftersom naturtyperna befinner sig nära det förväntade resultatet över hela materialet, vilket har ett förväntat trädantal på 3%. En mindre avvikelse av hästkastanj kan emellertid noteras i naturtypen sjö/våtmark (12,5%). Ask växer på alla naturtyper förutom i samhälle. Skogslönn är markant underrepresenterad för både samhälle (7%) och änge/lövskog (5%). Skogslönn är överrepresenterad i odlingslandskap (35%) och hållmark (35%). Tysklönn är överrepresenterad i kustlandskap/hav (26%). Oxel är också, i likhet med tysklönn, överrepresenterad i kustlandskap/hav (21%). Försättningsvis förekommer oxel inte i naturtyperna: hållmark, samhälle och änge/lövskog. För lind finns fyra tydliga punkter. Lind är markant överrepresenterad i naturtypen samhälle (60%). Vidare är lind även överrepresenterad i äng/lövskog (43%) och sjö/våtmark (28%). Lind är underrepresenterad i kustlandskap/hav (4%) och berg (4%). Övriga trädarternas antal visar på en relativt spridd fördelning i alla naturtyper. Dock finns en överrepresentation i samhälle (24%). En underrepresentation finns i naturtypen kustlandskap/hav (1,6%).

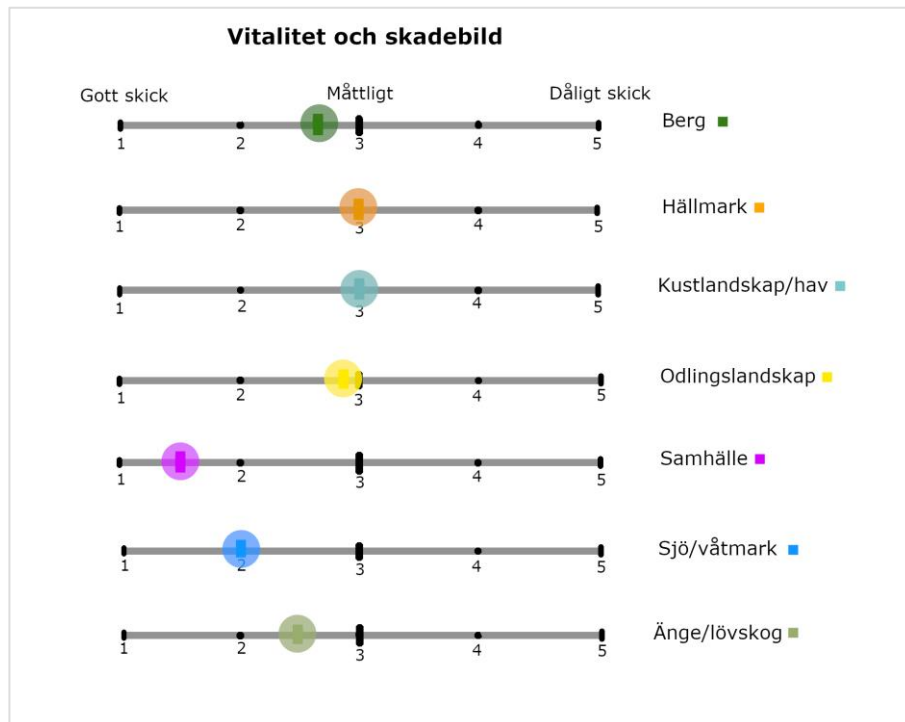


Figur 44 Visar de sex vanligaste trädarternas trädantal i procent för de olika naturtyperna. Övriga trädar inkluderar i figuren eftersom de överstiger 25 i antal. Färgpunkterna symboliserar de olika naturtyperna (se legend i figur). De svarta punkterna symboliserar det förväntade resultatet över hela materialet (visas i procent bredvid de svarta punkterna). De färgpunkter som befinner sig i de mörkgrå rektanglarna (5%) har en avvikelse med 2,5% från det förväntade resultatet. De färgpunkter som befinner sig i de ljusgrå rektanglarna (10%) har en avvikelse med 5% från det förväntade resultatet.

7.2 Vitalitet och skadebild

Efter okulära bedömningar visade inventeringen att lind är den trädart som i sin helhet är i bäst skick med en genomgående god vitalitet och skadebild. Mycket få av nyplanteringarna och de yngre träden är i ett sämre skick, över lag är trädens vitalitet och skadebild god. Ett sämre exempel är däremot några av kyrkogårdarnas oxlar som har dålig till mycket dålig vitalitet och skadebild. Asken är ett annat exempel med dålig till mycket dålig vitalitet och skadebild. Skogs- och tysklönnen har ofta håligheter, beskärningsskador och röta vilket påverkar deras vitalitet och skadebild.

Sjutton av kyrkogårdarnas trädbestånd bedöms ha en vitalitet och skadebild som varierar mellan god och måttlig. Elva kyrkogårdar bedöms däremot ha en vitalitet och skadebild som varierar mellan måttlig och dålig (se bilaga 3). Eftersom många av trädbestånden hamnade mellan två olika bedömningar, har vitalitet och skadebild delats in i fem kategorier. 1 är högst där trädbestånden är i ett gott skick. 5 är lägst där trädbestånden är i ett dåligt skick (se figur 45).



Figur 45 Visar tendenserna i trädbeståndens övergripande vitalitet och skadebild efter naturtyp. Medelvärdet är beräknat efter naturtyp och efter uppskattat helhetsbetyg av kyrkogårdsträdens vitalitet och skadebild. Eftersom det inventerade materialet inte är balanserat, bör figuren avläsas med försiktighet (se kap 1.3.1 och 1.3.5).

Därefter beräknades medelvärdet av kyrkogårdarnas övergripande naturtyp och trädbeståndens vitalitet och skadebild. Detta gav en generell bild av hur träden mår på de olika naturtyperna. I figur 45 syns en tendens till att samhälle har flest träd i bättre skick, medan tendenser hos hällmark och kustlandskap/hav visar på flest träd i måttligt skick. Det är värt att notera att det inventerade materialet inte är balanserat, det vill säga att det inte finns lika många kyrkogårdar och naturtyper i urvalmaterialet för att resultatet i figur 45 ska bli trovärdigt. Ett exempel är för naturtypen samhälle som endast har två inventerade kyrkogårdar (se kap 1.3.1 och 1.3.5).

8. Diskussion

8.1 Kyrkogårdsträden, deras skick och naturtyper

På de inventerade kyrkogårdarna finns det totalt 852 trädindivider. Den vanligaste trädarten är skogslönn med en förekomst av 26% på 23 olika kyrkogårdar. Skogslönn är vanligast i naturtyperna odlingslandskap och hållmark, och minst vanlig i naturtyperna samhälle och änge/lövskog (se figur 42 kap 7.1). Vanliga trädarter är också lind, ask, tysklönn, oxel och hästkastanj. Artfördelningen och trädens ålder korrelerar väl med den historiska fasens början, när de berörda trädslagen, alléer och trädkransar blev en del av kyrkogården (se kap 2.1).

På grund av kyrkogårdarnas kontinuitet är merparten av träden mellan 100–140 år. Några av träden är till och med över 140 år, vilket innebär att träden klassas som särskilt skyddsvärda träd och är följaktligen värdefulla för den biologiska mångfalden. En hög ålder innebär däremot att få kyrkogårdar har yngre trädgenerationer som ska ersätta den äldre trädgenerationen och därmed säkra det framtida trädbeståndet. På några av kyrkogårdarna finns dock nyplanteringar eller yngre träd, såsom naverlönn, asklönn och hästkastanj. I de trädvårdsplaner som undersökts, finns information om komplettering, återplantering och nyplantering av träd. Dessvärre förekommer det få fastställda planteringar inför kommande år. Att plantera nytt kan självfallet vara svårt att förutse eller planera. Om de äldre träden är i ett bra skick är det ej heller nödvändigt, eller ens önskvärt, att avverka träden på grund av deras ålder. I stället ses åtgärder som kronreducering och underhållsbeskrning som något positivt i trädvårdsplanerna, vilket är fördelaktigt för det åldrande trädets vitalitet, livslängd och naturvärde. Emellertid kommer de äldre träden att behöva ersättas i framtiden. Träd har dessutom en lång generationstid och om den kulturhistoriska miljön ska behållas bör nyplanteringar genomföras. Denna problematik sträcker sig även till framtidsklimatet där känsliga arter kan försvinna om inte äldre träd finns kvar på kyrkogårdarna. Detta är en komplex fråga och många kyrkogårdsförvaltningar har säkerligen en önskan om nya planteringar, men frågan är vad svårigheterna, om de nu finns, beror på?

Trädarternas fördelning mellan kyrkogårdar och naturtyper varierar (se figur 43 i kap 7.1). I nuläget finns det sammanlagt 135 trädarter på de inventerade kyrkogårdarna. Naturtypen samhälle har den högsta artvariationen, därefter Östergarn, Klinte och Vamlingbo, med åtta trädarter. En anledning till artvariationen kan vara de specifika naturtypernas miljöbetingelser. Hällmark är exempelvis ofta karg och torr, och kustlandskap/hav har utsatta lägen nära havet vilket kan påverka vilka trädarter som trivs på ståndorterna. Det är också möjligt att artvariationen grundar sig i sociologiska aspekter, exempelvis kan artsammansättningen historiskt sätt bero på ortsbornas trädval vid plantering (se kap 2.1). En annan faktor av betydelse är senare utvidgningar av kyrkogårdarna och anläggandet av nya begravningsplatser (se kap 3.1), där större fokusering för nyplantering och artvariation är tänkbar för de nya begravningsplatserna, men omfattas dock inte av inventeringen. Emellertid var det endast tre av de 28 kyrkogårdarna vars nyare begravningsplatser ej inventerats, nämligen Öja, Klinte, Sundre och Stånga. Efter att ha undersökt nämnda kyrkogårdars trädinventeringslistor, skulle främst trädantalet blivit påverkat om de nyare begravningsplatserna hade inkluderats i arbetet. För Stånga hade exempelvis *Pinus spp.* blivit mer framträdande i antal och hade troligtvis även medräknats i figur 42 över antal trädindivider. Artsammansättningen hade inte påverkats lika mycket, utan samma trädarter kunde ses på de nyare begravningsplatserna såsom skogslönn, lind, hästkastanj och ask. Dock påträffades det enstaka, nya trädarter, såsom fläder, vilket hade ökat trädarternas antal.

När det gäller sambandet mellan naturtyp och trädantal finns det några skillnader och likheter (se figur 44 i kap 7.1). Det har emellertid visat sig vara svårt att ge en lämplig förklaring till om det finns ett tydligt samband mellan naturtyp och trädantal. Förmodligen är detta förenat med kyrkogårdens storlek då färre träd får plats på en mindre kyrkogård än en större. En annan tänkbar förklaring är om kyrkogårdarna inte återplanterar träd vilket resulterar i ett förändrat trädantal, oavsett dess storlek och naturtyp.

Dagens trädbestånd på de gotländska kyrkogårdarna har en vitalitet och skadebild som varierar mellan måttlig och god. Samtidigt finns det träd som inte är i ett gott skick. Den sämre bedömningen beror troligtvis på att ask, skogslönn, tysklönn och några av de inventerade kyrkogårdarnas oxlar är i ett sämre skick. Askskottsjukan har orsakat en minskad vitalitet och ökad skadebild hos kyrkogårdarnas askbestånd. Skogslönn och tysklönn har ofta håligheter, rötter och beskärningsskador såsom toppkapning. Avbrutna grenar och rötter som upptäcktes vid inventeringen kan bero på vindskador, men även på äldre klappningar. Äldre klappningar kan förväxa sig, vilket medför att trädkronornas tyngdfördelning får sämre stabilitet och leder till ett ökat bortfall av grenar. En sämre vitalitet och skadebild kan givetvis bero på trädens

höga ålder och är en naturlig process hos träd. Dessutom är exempelvis håligheter och rötter gynnsamma levnadsmiljöer för olika organismer (se kap 2.1).

I figur 45 visare resultatet tendenser på att merparten av dagens trädbestånd mår bra, även tendenser kan ses mellan naturtyp och trädens vitalitet och skadebild (se kap 7.2). Däremot har figur 45 ett medelvärde som baserats efter ett obalanserat antal kyrkogårdar och naturtyper, vilket ger ett resultat som inte är representativt och behöver tolkas med försiktighet. Varför figuren, trots dessa argument, ändå valts att inkluderas är för att den visar på intressanta tendenser. Naturtypen samhälle visar tendenser på att ha flest träd i bättre skick, och troligtvis beror det höga värdet på att samhälle, specifikt Hemse, är den kyrkogård som har flest lindar och flest övriga trädarter. Sett över alla naturtyper bedöms nämligen lind och övriga trädarter ha en god vitalitet och skadebild. Samhälle har heller inga askar (askskottssjuka) och få skogslönnar och tysklönnar (felaktiga beskärningar) vilket genast ökar värdet i figuren. Som kontrast indikerar figur 45 på att det finns flest träd i sämre skick på hällmark och vid kustlandskap/hav. Trädarterna som finns på hällmark och kustlandskap/hav består till största del av skogslönn, tysklönn och ask, vilka sänker helhetsbetyget av naturtyperna. Naturtypen hällmark karaktäriseras däremot av att vara torr och karg, medan kustlandskap/hav karaktäriseras av att vara vindutsatt och salt (se kap 1.3.2). Dessa ståndortsbetingelser kan stressa träd och är därför avgörande i hur trädarternas vitalitet och skadebild utvecklas (se kap 5.1). Trots detta, behöver inte graderingen av vitalitet och skadebild ha ett tydligt samband mellan artsammansättning och naturtyp. Till exempel kan en trädart trivas på en kyrkogårds naturtyp, medan på en annan kyrkogård med samma naturtyp, är det i stället tvärtom. Därför kan man inte heller säga med säkerhet att det är naturtyperna som avgör trädarternas vitalitet och skadebild, även fast det verkar troligt, då de unika ståndortsbetingelserna på kyrkogården avgör hur lämplig växtplatsen i själva verket blir för trädarten. En ytterligare aspekt är att artsammansättningen på samtliga kyrkogårdars naturtyper oftast innehåller samma trädarter. Framför allt skogslönn, lind, ask och tysklönn (se bilaga 1). Som redan nämnts, har flertalet av askarna en verifierad trädsjukdom. Skogslönn och tysklönn har beskärningsfel medan lind har en övergripande god vitalitet i samtliga trädbestånd. Alla dessa faktorer påverkar därför hur helhetsbetyget av vitalitet och skadebild i slutändan blir, oavsett kyrkogårdarnas naturtyper.

8.2 Kyrkogårdsträden, framtidsklimat, torka och trädsjukdomar

Syftet med arbetet var även att synliggöra den problematik som kommer att uppstå i kyrkogårdarnas trädbestånd på grund av de pågående klimatförändringarna, specifikt torka och trädsjukdomar. Gotlands klimat kommer att bli blötare, torrare

och varmare i framtiden (se kap 4.2). Beroende på vilket klimatscenario som föreligger vara det mest troligaste att inträffa, kommer svårighetsgraden av förändringarna att spela en betydande roll över hur allvarsam situationen på Gotland kommer att bli i framtiden.

Frågan är hur naturtyperna kommer att påverkas av framtidsklimatet och vilken inverkan förändringarna har på kyrkogårdsträden. Det har varit svårt att hitta detaljerad information om hur Gotlands naturtyper kan tänkas att utveckla sig. Naturtyperna i framtiden kan dock bli suboptimala för träden på grund av torka. Detta beror dels på att Gotland har ett tunt jordlager (se kap 3.2), dels på att avdunstningen kommer att öka på grund av högre temperaturer (se kap 4.2 och 4.3). Dessa faktorer kan resultera i att markfuktigheten och vattentillgången försämras och i värsta fall leda till ekologisk eller socioekonomisk torka vilket påverkar kyrkogårdsträden negativt (se kap 5.2).

Torkans tidpunkt, intensitet och omfattning kommer att vara avgörande för hur kyrkogårdsträden kommer hantera och återhämta sig från torrperioderna (se kap 5.2.1). Trädarter hanterar och återhämtar sig från torka på olika sätt baserat efter deras morfologiska, fysiologiska och anatomiska egenskaper. Om torkskadorna däremot blir för stora och långdragna riskerar träden att drabbas av allvarliga konsekvenser, som hydraulisk kollaps (se kap 5.2.2). Eftersom Gotlands vår och sommar kommer att bli torrare och pågå under längre perioder, kan trädens skick försämrast drastiskt (se kap 4.2). Det är därför troligt att bladfall och torkade grenar kommer att bli en vanlig företeelse på kyrkogårdarna i framtiden. Det är dock tänkbart att dagens kyrkogårdsträd har goda chanser till överlevnad trots förändringarna då träd kan bli mycket gamla. Samtidigt finns det en potentiell risk att träden inte hinner anpassa sig vid för snabba klimatförändringar. Vidare riskerar dagens trädarter som redan är i ett sämre skick att bli ännu sämre vid torka. Dessutom är torkstressade träd mer känsliga för biotiska stressfaktorer, som trädssjukdomar (se kap 5.3.1).

Kyrkogårdarnas trädbestånd har ofta en låg artvariation vilket kan öka riskerna för biotiska faktorer som patogen- och skadedjursangrepp. Med ett förändrat klimat förändras även premisserna för vilka arter som kommer att överleva och vilka som kommer att försvinna. Både inhemska och exotiska trädssjukdomar har båda potential till att få fäste eller introduceras i kyrkogårdarnas trädbestånd (se kap 5.3.1).

Slutligen bör inte tanken på att välja andra trädarter, än de traditionella, avväjas. I och med klimatförändringarna kan det nämligen finnas lämpligare trädarter att använda på framtidens kyrkogårdar på grund av torka och trädssjukdomar. Detta är givetvis ett kontroversiellt ämne eftersom kulturarvet och de inhemska trädarternas

naturvärde därför riskerar att försvinna. Emellertid bör en klimatanpassning av trädbestånden ske, där en import av certifierade och hårdiga trädslag kan vara en potentiell valmöjlighet. Ett förslag kunde inbegripa båda delarna. Det vill säga att ett tänkbart möte, av både traditionellt och nytt, kunde tillsammans fungera och växa på framtidens kyrkogårdar. Förslaget skulle innebära att ett nytt växtmaterial planterades i kyrkogårdarnas yngre begravningsdelar, för att sedan behålla det traditionella växtmaterialet nära kyrkobyggnaden.

8.3 Slutsatser

Sammanställningen av de 28 inventerade gotländska kyrkogårdarna visar att de gröna kultur- och stilinfluenser har med stor sannolikhet format kyrkogårdarnas utseende och dikterat vilka typer av trädarter som finns på dagens kyrkogårdar. Detta innebär att trädarterna har planterats på kyrkogårdarna oavsett naturtypernas premisser eller deras ståndortsbetingelser. I resultatet kan tendenser ses mellan naturtyp och trädens vitalitet och skadebild, där kyrkogårdsträd i naturtyperna hållmark och kustlandskap/hav visar på en sämre vitalitet och skadebild. Det är därför rimligt att skillnaderna i vitalitet och skadebild är relaterade till de specifika naturtypernas miljöförhållanden. Emellertid indikerar även resultatet på att artsammansättningen, och trädantalet, inte har ett tydligt samband med kyrkogårdens naturtyp, utan beror främst på de kulturhistoriska preferenserna.

De kyrkogårdsträd som i dagsläget redan är i ett sämre skick, kommer att försämrats ytterligare i och med de föreliggande klimatscenarierna RCP2.6, RCP4.5, RCP6 och RCP8.5. Torka är en av de klimatfaktorer som kommer att påverka kyrkogårdsträden i framtiden. Hur pass allvarlig torkan kommer att bli beror på dess tidpunkt, intensitet och omfattning. Dessa faktorer kommer att vara avgörande för hur kyrkogårdsträden svarar på ett torrare klimat. Även trädarternas egenskaper att hantera och återhämta sig från torkperioderna kommer att vara väsentliga för trädens överlevnad. I framtiden kommer dock bladfall, torkade grenar och en försämrad tillväxt vara exempel på konsekvenser som säkerligen blir mer vanligt hos de gotländska kyrkogårdsträden.

Trädsjukdomar förväntas att öka ännu mer på grund av globaliseringen och klimatförändringarna. För de kyrkogårdsträd som i dagsläget redan är stressade innebär ytterligare stress, såsom torka, att infektioner lättare kan bryta ut eller utveckla sig hos träden. Värt att notera är att ökningen av trädsjukdomar inte behöver betyda att främmande patogener och skadeinsekter från andra länder riskerar att hota kyrkogårdarnas trädbestånd. Utan det kan lika gärna bero på att inhemska organismer sprids på grund av ett förändrat klimat. Trädsjukdomar

utvecklas nämligen som ett resultat av samspelet mellan mottagliga värdväxter, patogener och gynnsamma miljöer.

Slutligen bör en klimatanpassning av de gotländska trädbestånden planeras. Med ett annalkande framtidsklimat och kyrkogårdsträdens höga ålder finns det en potentiell risk att trädbestånden bli färre eller försämrade. En klimatanpassning behövs för att inte kulturarvet, kyrkogårdsträdens värden eller det arkitektoniska uttryck och karaktär som träden ger kyrkogårdsmiljön ska gå förlorade. De framtida kyrkogårdsträden bör exempelvis anpassas med hänsyn till ståndorten. Det vill säga att välja träddarter som är mer lämpliga för växtplatsen, men som även kan hantera längre perioder av torka. För att få ett friskt och hållbart trädbestånd på kyrkogårdarna bör artsammansättningen varieras, man bör välja träddarter som är motståndskraftiga mot trädsjukdomar och ett förnyingsarbete av trädbestånden bör initieras. För att säkerställa trädens plats och roll på kyrkogårdarna inför ett förändrat klimat, kan importen av certifierade och härdiga trädslag vara en potentiell valmöjlighet. Dessa argument innebär eventuellt att även trädvalen behöver frångå de kulturhistoriska aspekterna såsom att använda samma träddarter på kyrkogårdarna. Samtidigt finns det inhemska träddarter som säkerligen kan fungera på kyrkogårdarna, både nu och i framtiden, vilka är viktiga för rödlistade arter och den biologiska mångfalden.

Referenser

- Abdulkhair, W.M. & Alghuthaymi, M.A. (2016). Plant Pathogens. I: Rigobelo, E. (red.) *Plant Growth*. London: IntechOpen. 49–59. <https://doi.org/10.5772/62601>
- Agrios, G.N. (2005). *Plant pathology*. 5: e uppl. Amsterdam: Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047378-9.50007-5>
- Andersson, E.U., Bergquist, D., Dahl, C., Sjöman, J.D., Emilsson, T., Fransson, A-M., Hedblom, M., Klein, H., Nilsson, G., Olsson, T., Randrup, T.B. & Rasmusson, A. (2019). *Urbana ekosystemtjänster – arbeta med naturen för goda livsmiljöer*. Alnarp: Tankesmedjan Movium, SLU.
- Bhusal, N., Lee, M., Lee, H., Adhikari, A., Han, A.R., Han, A. & Kim, H.S. (2021). Evaluation of morphological, physiological, and biochemical traits for assessing drought resistance in eleven tree species. *Science of The Total Environment*. 779: 11–7. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146466>
- Boyd, I.L., Freer-Smith, P.H., Gilligan, C.A. & Godfray, H.C.J. (2013). The Consequence of Tree Pests and Diseases for Ecosystem Services. *Science*. 343(1): 238–250. <https://doi.org/10.1126/science.1235773>
- Brodribb, T.J., Powers, J., Cochard, H. & Choat, B. (2020). Hanging by a thread? Forests and drought. *Science*. 368(6488): 261–266. <https://doi.org/10.1126/science.aat7631>
- Brunner, I., Herzog, C., Dawes, M.A., Arend, M. & Sperisen, C. (2015). How tree roots respond to drought. *Frontiers in Plant Science*. 6(547): 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00547>
- Callan, B. (2001). *Introduction to Forest Diseases*. [Broschyr]. Victoria: Natural Resources Canada. Serie, 54. <https://www.kcgov.us/DocumentCenter/View/1374/Introduction-to-Diseases-Canadian-FSFPL-54-PDF> [2022-05-07]

- Carlsson, M, Gonzalez, J. & Ladenberger, A. (2020). *Markgeokemi: morän- och sedimentgeokemi på Öland och Gotland*. (SGU-rapport 2020:28). Uppsala, SGU.
<https://resource.sgu.se/dokument/publikation/sgurapport/sgurapport202028rapport/s2028-rapport.pdf>
- Carlsson, Å. & Hultengren, S. (2009). *Kyrkogården – en Noas ark*. 2:a uppl. Stenungssund: Naturcentrum AB.
- Carlstedt, F., Rolander, M. & Carlén, M. (2021). *Skogsskador i Sverige 2020*. 2021/702.
<https://skogsstyrelsen.se/globalassets/nyheter/skogsstyrelsens-nationella-skogsskaderapport-2020.pdf>
- Chapin III, S.F., (1991). Integrated Responses of Plants to Stress: A centralized system of physiological responses. *BioScience*. 41(1): 29–36.
<https://doi.org/10.2307/1311538>
- Choat, B., Jansen, S., Brodribb, T.J., Cochard, H., Delzon, S., Bhaskar, R., Bucci, S.J., Feild, T.S., Gleason, S.M., Hacke, U.G., Jacobsen, A.L., Lens, F., Maherali, H., Martínez-Vilalta, J., Mayr, S., Mencuccini, M., Mitchell, P.J., Nardini, A., Pittermann, J., Pratt, R.B., Sperry, J.S., Westoby, M., Wright, I.J. & Zanne, A.E. (2012). Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature*. 491: 752–755. <https://doi.org/10.1038/nature11688>
- Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2013). *Raven Biology of Plants*. 8: e uppl. New York: W.H. Freeman and Company Publishers.
- Florin, L. (2017). *Gotland i siffror*. [Broschyr]. Visby: Region Gotland, Holm, U.
<https://www.gotland.se/64224> [2022-05-07]
- Forsslund, A. & Lundgren, D. (2022). *Hotade djur och växter*.
<https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/alvarmark.html> [2022-05-07]
- Grönwall, E. (2017). *Kyrkans begravningsplatser – förr och nu*. Stockholm: Svenska kyrkans arbetsgivarorganisation.
<https://www.svenskakyrkan.se/default.aspx?id=1626244>
- Källsmyr, H. & Jernberg, P. (2020). Skogen fortsatt försvagad efter torkan 2018. *Skogsstyrelsen*, 2020-03-23.
<https://skogsstyrelsen.se/pressmeddelanden/ReadArticle?id=3273122> [2022-05-07]
- Lagerlöf, E. (1981). *Linde kyrka – Fardhems ting, Gotland*. Sveriges kyrkor, volym 186, Band VII:2. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

- Lloyd-Hughes, B. (2013). The impracticality of a universal drought definition. *Theoretical and Applied Climatology*. 117:607–611.
<https://doi.org/10.1007/s00704-013-1025-7>
- Lundquist, K. (1992) Från beteshage till trädgård – kyrkogårdens historia. I: Bucht, E. (red.) *Kyrkogårdens gröna kulturarv*. Alnarp: MOVIMUM-sekretariatet i samarbete med Institutionen för landskapsplanering, SLU. 12–34.
- Länsstyrelsen Blekinge. (u.å). *Skyddsvärda träd på kyrkogårdar*. [Faktablad]. Blekinge: Länsstyrelsen. <https://docplayer.se/9244451-Skyddsvarda-trad-pa-kyrkogardar.html> [2022-05-07]
- Löw, C. (2018). *Den stora knoppboken – Sveriges lövfällande lignoser i vintertid*. Lomma: Lööwerk.
- Marchin, R.M, Backes, D., Ossola, A., Leishman, M.R., Tjoelker, M.G. & Ellsworth, D.S. (2021). Extreme heat increases stomatal conductance and drought-induced mortality risk in vulnerable plant species. *Global change biology*. 28(3): 1133–1146. <https://doi.org/10.1111/gcb.15976>
- McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Collinge, D.B., Thomsen, I.M., Hansen J.K. & Kjær, E.D. (2014). The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathology*. 62(3): 485–499.
<https://doi.org/10.1111/ppa.12196>
- Mebus, F. (2014). *Fria eller fälla - En vägledning för avvägningar vid hantering av träd i offentliga miljöer*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.
<https://www.raa.se/kulturarv/landskap/fria-eller-falla/>
- Menezes-Silva, P.E., Loram-Lourenço, L., Ferreira Barros Alves, R.D., Ferreira Sousa, L., da Silva Almeida, S.E. & Santos Farnese, F. (2019). Different ways to die in a changing world: Consequences of climate change for tree species performance and survival through an ecophysiological perspective. *Ecology and Evolution*. 9(20): 11979–11999. <https://doi.org/10.1002/ece3.5663>
- Mishra A.K. & Singh, V.P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*. 391(1–2): 202–216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
- Oliva, J., Boberg, J., Hopkins, A. & Stenlid, J. (2013). Chapter 1 Concepts of Epidemiology of Forest Diseases. I: Gonthier, P. & Nicolotti, G. (red.) *Infectious forest diseases*. Boston: CABI publishing. 1–28.

- Persson, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, B., Berglöv, G., Björck, E., Mårtensson, J.A., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H. & Sjökvist, E. (2015). *Framtidsklimat i Gotlands län – enligt RCP-scenarier*. Klimatologi, nr 31.
<https://www.smhi.se/publikationer/publikationer/framtidsklimat-i-gotlands-lan-enligt-rcp-scenarier-1.96171>
- Pettersson, B. (1958). *Dynamik och konstans i Gotlands flora och vegetation*. Uppsala: Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB.
- Quinton, J.M., Östberg, J. & Duinker, P.N. (2020). The influence of cemetery governance on tree management in urban cemeteries: A case study of Halifax, Canada and Malmö, Sweden. *Landscape an Urban Planning*. 194, 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103699>
- Rebek, E.J. & Schnelle, M.A. (2013). *Managing Storm-Damaged Trees*. EPP-7323. Oklahoma: Oklahoma Cooperative Extension Service.
https://www.researchgate.net/publication/281032714_Managing_Storm-Damaged_Trees
- Riksförbundet svensk trädgård. (2022). *Zonkartan*.
<https://svenskttradgard.se/tradgardsrad/zonkartan/> [2022-05-07]
- Roos, B. (2018) Grönt kulturarv. I: Lundin, A. (red.) *Till minne av livet – kyrkogårdar och begravningsplatser i Stockholm stift*. Stockholm: Svenska kyrkan Stockholm stift, Stockholmia förlag. 156–171.
- Roosval, J. & Lagerlöf, E. (1963). *Kyrkor på Gotland – Kräklinge ting, sydöstra delen*. Sveriges kyrkor, häfte 97, Band IV:5. Stockholm: Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag.
- Sandberg, K. (2021). *Särskilt skyddsvärda träd*. [Faktablad]. Movium fakta nr. 5. Alnarp: Tankesmedjan Movium, SLU.
https://www.movium.slu.se/system/files/news/15207/files/Movium_Fakta_5_webb.pdf [2022-05-07]
- Sander, E. (2019). *Regional handlingsplan för klimatanpassning i Gotlands län 2018–2020*. Visby: Länsstyrelsen i Gotlands län.
<https://www.lansstyrelsen.se/gotland/samhalle/planering-och-byggande/klimatanpassning.html>
- Santini, A., Ghelardini, L., De Pace, C., Desprez-Loustau, M.L., Capretti, P., Chandelier, A., Cech, T., Chira, D., Diamandis, S., Gaitniekis, T., Hantula, J., Holdenrieder, O., Jankovsky, L., Jung, T., Jurc, D., Kirisits, T., Kunca, A., Lygis, V., Malecka, M., Marcais, B., Schmitz, S., Schumacher, J., Solheim, H., Solla, A., Szabò, I., Tsopelas, P., Vannini, A., Vettraino, A.M., Webber, J., Woodward, S. & Stenlid,

- J. (2013). Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist*. 197(1): 238–250.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04364.x>
- Schwarz, J., Skiadaresis, G., Kohler, M., Kunz, J., Schnabel, F., Vitali, V. & Bauhus, J. (2020). Quantifying Growth Responses of Trees to Drought—a Critique of Commonly Used Resilience Indices and Recommendations for Future Studies. *Current Forestry Reports*. 6:185–200. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00119-2>
- SGU geokartan. (2022). *Jorddjup*. <https://apps.sgu.se/geokartan/> [2022-05-07]
- SGU. (u.å). *Uppdrag – hitta vatten på Gotland*. <https://www.sgu.se/om-sgu/nytttoexempel/uppdrag-hitta-vatten-pa-gotland/> [2022-05-07]
- Sjöman, H., Slagstedt, J., Wiström, B. & Ericsson, T. (2015). Naturen som förebild. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur. 57–229.
- SMHI. (2021a). *Vad betyder +2 C global temperaturökning för Sveriges klimat?* <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras/vad-betyder-2-c-global-temperaturokning-for-sveriges-klimat-1.92072> [2022-05-07]
- SMHI. (2021b). *Vind i Sverige*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/vind-i-sverige-1.31309> [2022-05-07]
- SMHI. (2021c). *RCP scenarier*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914> [2022-05-07]
- SMHI. (2021d). *Index som beskriver torka*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/torka/index-som-beskriver-torka-1.111164> [2022-05-07]
- SMHI. (2022a). *Gotlands klimat*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-i-sveriges-landskap/gotlands-klimat-1.4887> [2022-05-07]
- SMHI. (2022b). *Allmänt om torka*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/torka/torka-1.111075> [2022-05-07]
- SMHI. (u.å). *Enkel klimatscenariotjänst*. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/enkel-scenariotjanst/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100> [2022-05-07]

- Stensen, K., Krunegård, A., Rasmusson, K., Matti, B. & Hjerdt, N. (2019) *Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torka – Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäcker*. Hydrologi, nr 120. <https://www.smhi.se/publikationer/sveriges-vattentillgang-utifran-perspektivet-vattenbrist-och-torka-delrapport-1-i-regeringsuppdrag-om-atgarder-for-att-motverka-vattenbrist-i-ytvattentakter-1.152540>
- Sörensen, A.B. & Wembling, M. (2008). *Minnenas trädgård – om kyrkogårdens form och växter*. Höganäs: Edition Andersson AB
- Sörensson, M. (2008). AHA – en enkel metod för prioritering av vedentomologiska naturvärden hos träd i sydsvenska park- och kulturmiljöer. *Entomologisk tidskrift*. 129: 81–90.
- Van Loon, A.F., Stahl, K., Di Baldassarre, G., Clark, J., Rangelcroft, S., Wanders, N., Gleeson, T., Van Dijk, A.I.J.M., Tallaksen, L.M., Hannaford, J., Uijlenhoet, R., Teuling, A.J., Hannah, D.M., Sheffield, J., Svoboda, M., Verbeiren, B., Wagener, T. & Van Lanen, H.A.J. (2016). Drought in a human-modified world: reframing drought definitions, understanding, and analysis approaches. *Hydrology and Earth System Sciences*. 20(9): 3631–3650. <https://doi.org/10.5194/hess-20-3631-2016>
- Wahlsteen, E. (2019). *Vinterkvist och städsegrönt*. Teckomatorp: Eric Wahlsteen.
- Östberg, J. (2015). *Standard för trädinventering i urban miljö – version 2.0*. (2015:14). Alnarp, SLU.

Fotografier

- GotlandsHem. (u.å). *Hemse*. [Fotografi]. Gotlandshem. <https://www.gotlandshem.se/vara-omraden/hemse/> [2022-06-02]
- Johansson, H. (u.å). *Sötvatten*. [Fotografi]. Länsstyrelsen I Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/sotvatten.html> [2022-06-02]
- Lundgren, D. (u.å). *Tallskog med död ved på Gotska Sandön*. [Fotografi]. Länsstyrelsen I Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/barrskog.html> [2022-06-02]

Lundgren, D. (u.å). *Varvsbukten, Gotska Sandön*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/hav.html> [2022-06-02]

Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å). *Blommande träd och fält på Gotland*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/aker-och-odlingslandskap.html> [2022-06-02]

Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å). *Fagning i ett gotländskt änge*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/angen-och-lovskog.html> [2022-06-02]

Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å). *Sandtäkter med sydvända slänter är värdefulla miljöer*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/sandmiljoer.html> [2022-06-02]

Skoog, D. (u.å). *Vid Mattsarveklint har man fin utsikt över Östergarnslandet*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/besoksmal/naturreservat/ostergarnsberget.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a882&sv.12.382c024b1800285d5863a882.route=/&searchString=&counties=&municipalities=&reserveTypes=&natureTypes=&facilities=&sort=none> [2022-06-02]

Nygren, C. (u.å.). *Hejnum hållar*. [Fotografi]. Länsstyrelsen i Gotlands län. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/besoksmal/naturreservat/hejnum-hallar.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a882&sv.12.382c024b1800285d5863a882.route=/&searchString=&counties=&municipalities=&reserveTypes=&natureTypes=&facilities=&sort=none> [2022-06-02]

Illustration

agnesse3. (2021). *Tree watercolor*. [Illustration]. Pixabay. <https://pixabay.com/vectors/tree-simple-watercolor-green-6062178/> [2022-05-07]

Personlig kommunikation

Linda Andberg Gustafson, klockare i Garde församling på Gotland, mejlkontakt [2022-05-14]

Tack

Stort, varmt tack till Visby stift och alla kyrkogårdar som svarade på mina frågor och bistod med trädvårdsplaner och trädinventeringar. Tack också till Länsstyrelsen i Gotlands län och GotlandsHem för att jag fick använda era fotografier. Tack till min handledare Patrik Olsson som givit mig goda funderingar och åsikter genom arbetet. Tack till min examinator Anna Levinsson för utmärkt, konstruktiv kritik.

Slutligen, tack till min sambo Victor som har korrekturläst mitt arbete och bjudit på utsökt lasagne. Och tack till min lilla, grå västgötaskets Jonna Jive. Med grymtningar och fnysningar berättade du när det var dags att ta en paus från skrivandet för att gå ut på kurerande skogspromenader.

Linda Jacobsson

Bilaga 1

Kyrkogårdarnas artsammansättning och trädslagens totala antal

Kyrka	Övergripande naturtyp	Hästkastanj	Ask	Skogslönn	Tysklönn	Naverlönn 'Elsrijk'	Asklönn	Finnoxel	Ulmus spp. sorgeträd	Ulmus spp.	Oxel	Tilia spp.	Bok	Quercus spp.	Rönn	Robinia	Betula spp.	Prunus spp.	Malus spp.	Crataegus spp	Syren (uppstammad)	Idegran	Tuja	Svarttall
Linde	Berg	1	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Östergarn	Berg	2	18	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	4	0	0
Klinte	Berg	0	0	14	0	0	0	1	0	2	10	4	0	0	1	0	5	0	0	0	0	2	0	0
Rute	Hällmark	2	5	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anga	Hällmark	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ardre	Hällmark	1	8	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hall	Hällmark	3	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fleringe	Hällmark	0	7	7	16	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sundre	Hällmark	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Västergarn	Kustlandskap/hav	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fårö	Kustlandskap/hav	0	21	5	28	0	0	0	0	0	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fröjel	Kustlandskap/hav	1	5	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
När	Odlingslandskap	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Dalhem	Odlingslandskap	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lojsta	Odlingslandskap	0	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Bunge	Odlingslandskap	6	19	49	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Halla	Odlingslandskap	0	1	14	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Hamra	Odlingslandskap	0	12	2	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gammelgarn	Odlingslandskap	2	4	4	4	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vamlingbo	Odlingslandskap	1	3	4	3	0	0	6	0	4	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Martebo	Odlingslandskap	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0
Stånga	Samhälle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemse	Samhälle	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	59	0	1	0	0	5	1	4	0	0	2	3	1
Hejde	Sjö/våtmark	0	1	0	0	0	0	7	1	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boge	Sjö/våtmark	7	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Tingstäde	Sjö/våtmark	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Öja	Änge/lövskog	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Källunge	Änge/lövskog	0	14	1	0	0	0	0	0	10	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalt antal:		26	139	219	77	3	2	19	3	17	67	200	15	5	1	2	17	2	10	2	6	12	7	1

Bilaga 2

Kyrkogårdarnas totala antal trädindivider och trädarter

Kyrka	Övergripande naturtyp	Antal trädindivider	Antal arter
Linde	Berg	16	3
Östergarn	Berg	37	8
Klinte	Berg	39	8
Rute	Hällmark	32	4
Anga	Hällmark	3	2
Ardre	Hällmark	17	6
Hall	Hällmark	15	4
Fleringe	Hällmark	48	4
Sundre	Hällmark	8	3
Västergarn	Kustlandskap/hav	13	3
Fårö	Kustlandskap/hav	82	5
Fröjel	Kustlandskap/hav	28	5
När	Odlingslandskap	19	4
Dalhem	Odlingslandskap	24	3
Lojsta	Odlingslandskap	24	4
Bunge	Odlingslandskap	78	6
Halla	Odlingslandskap	30	6
Hamra	Odlingslandskap	26	4
Gammelgarn	Odlingslandskap	23	6
Vamlingbo	Odlingslandskap	49	8
Martebo	Odlingslandskap	15	6
Stånga	Samhälle	13	1
Hemse	Samhälle	85	10
Hejde	Sjö/våtmark	22	5
Boge	Sjö/våtmark	25	4
Tingstäde	Sjö/våtmark	25	3
Öja	Änge/lövskog	24	5
Källunge	Änge/lövskog	32	5
Totalt antal:		852	135

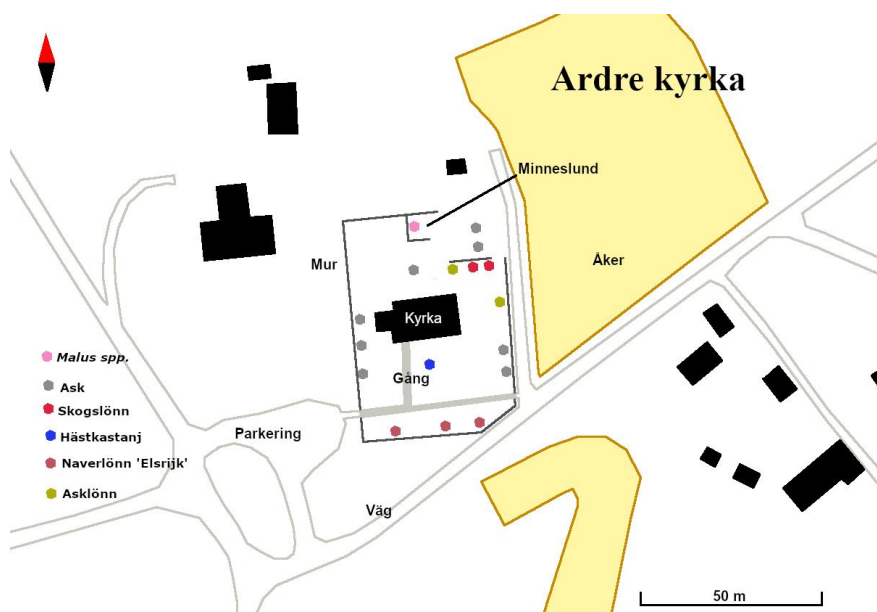
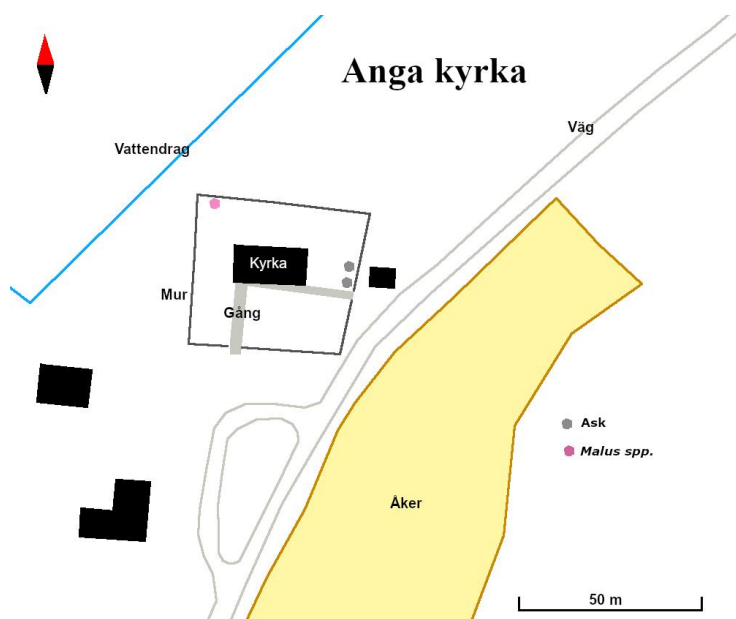
Bilaga 3

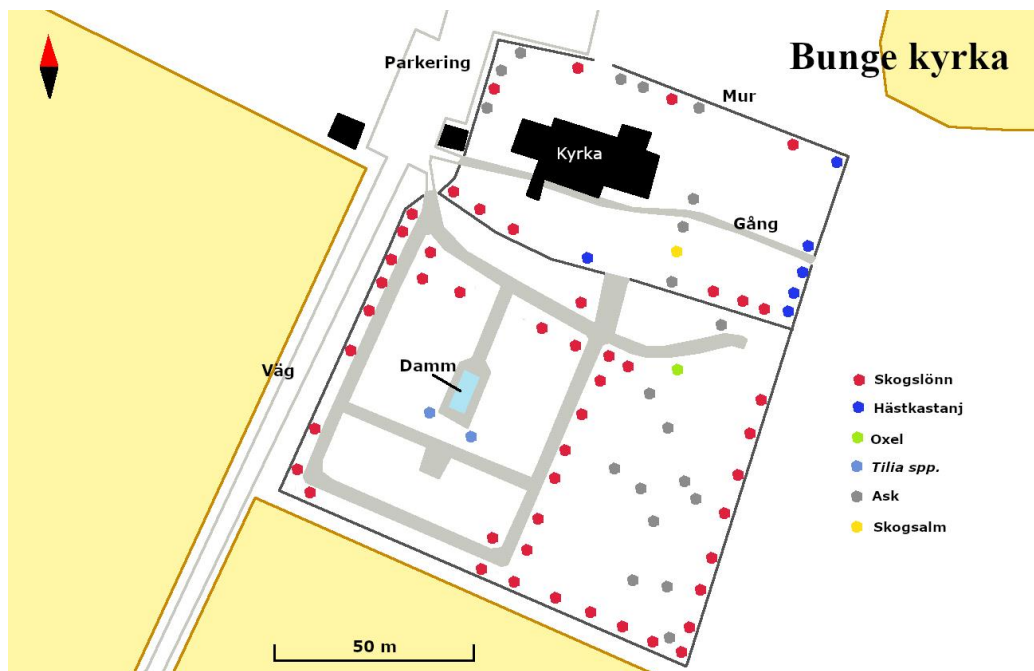
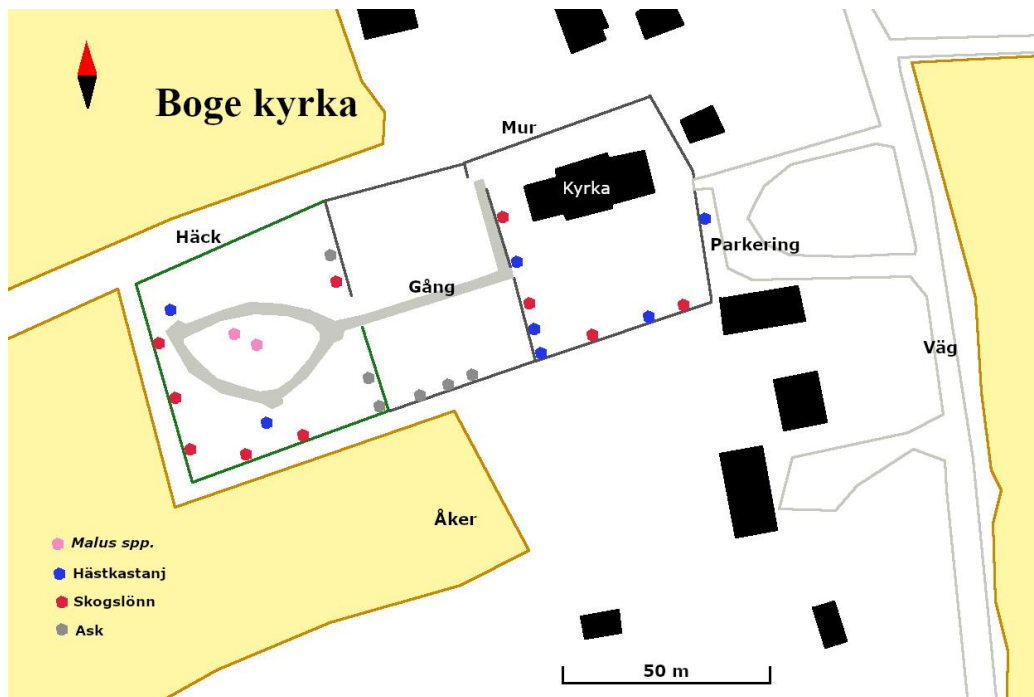
Kyrkogårdarnas trädbedömning av vitalitet och skadebild

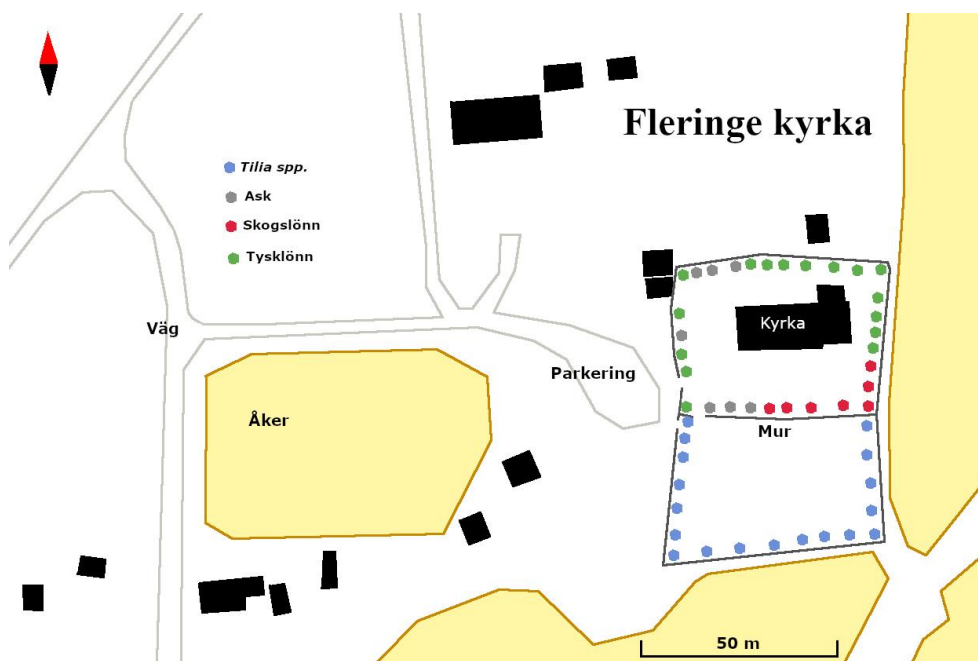
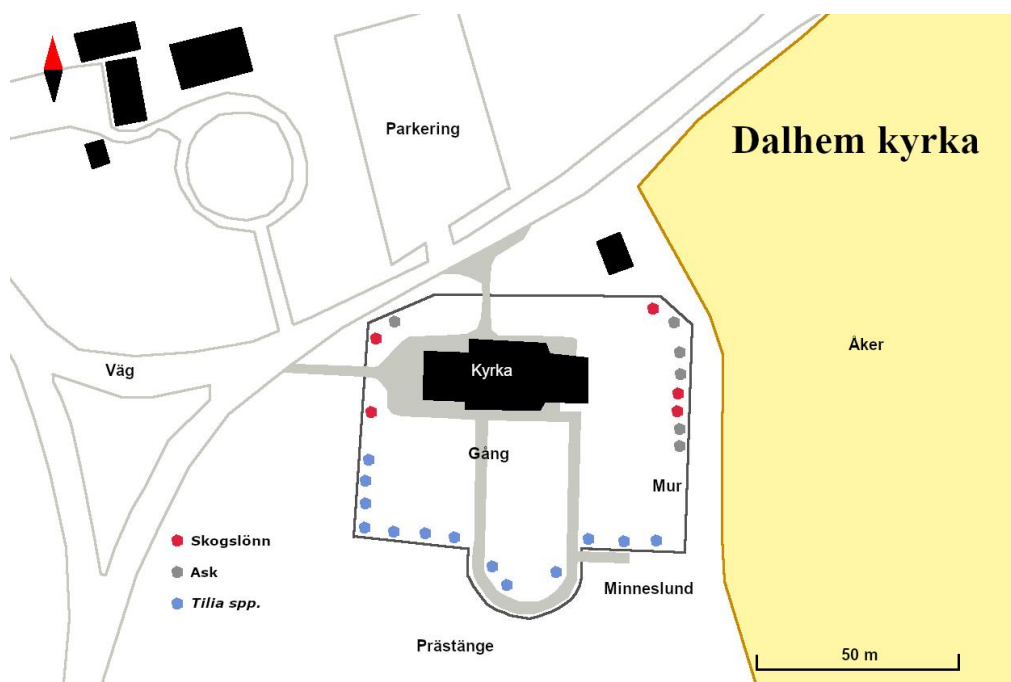
Kyrka	Övergripande naturtyp	Vitalitet och skadebild (V+S)	Helhetsbetyg V+S (1–5)
Linde	Berg	måttlig	3
Östergarn	Berg	måttlig/dålig	4
Klinte	Berg	god	1
Rute	Hällmark	måttlig/dålig	4
Anga	Hällmark	måttlig/dålig	4
Ardre	Hällmark	måttlig/dålig	4
Hall	Hällmark	måttlig/god	2
Fleringe	Hällmark	måttlig/god	2
Sundre	Hällmark	måttlig/god	2
Västergarn	Kustlandskap/hav	måttlig	3
Fårö	Kustlandskap/hav	måttlig/dålig	4
Fröjel	Kustlandskap/hav	måttlig/god	2
När	Odlingslandskap	god	1
Dalhem	Odlingslandskap	måttlig	3
Lojsta	Odlingslandskap	måttlig/dålig	4
Bunge	Odlingslandskap	måttlig/dålig	4
Halla	Odlingslandskap	måttlig/dålig	4
Hamra	Odlingslandskap	måttlig/dålig	4
Gammelgarn	Odlingslandskap	måttlig/god	2
Vamlingbo	Odlingslandskap	måttlig/god	2
Martebo	Odlingslandskap	måttlig/god	2
Stånga	Samhälle	god	1
Hemse	Samhälle	måttlig/god	2
Hejde	Sjö/våtmark	god	1
Boge	Sjö/våtmark	god	1
Tingstäde	Sjö/våtmark	måttlig/dålig	4
Öja	Änge/lövskog	god	1
Källunge	Änge/lövskog	måttlig/dålig	4

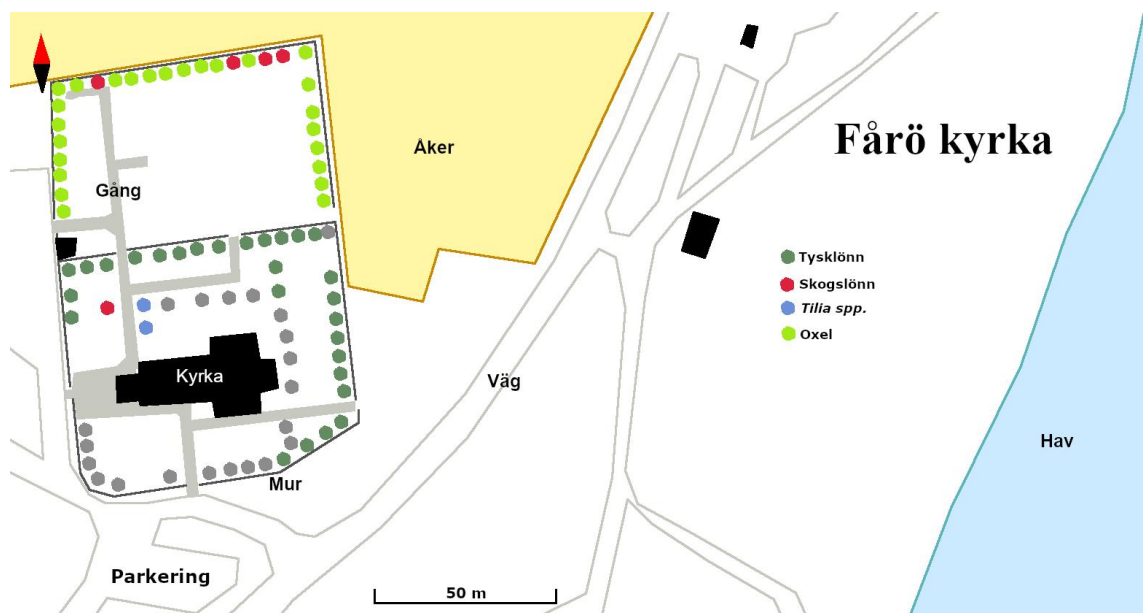
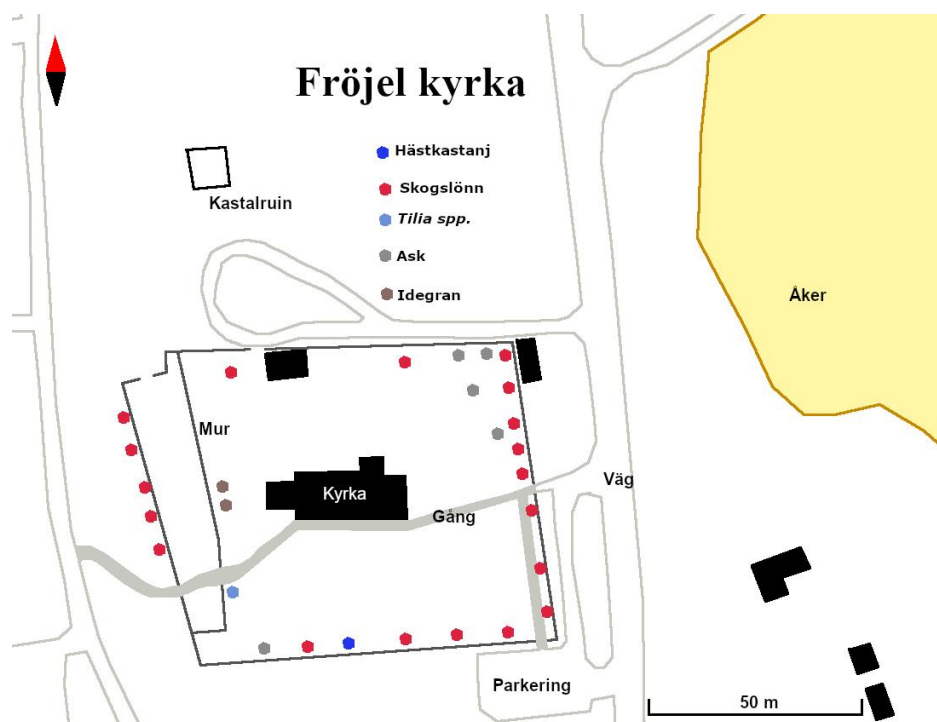
Bilaga 4

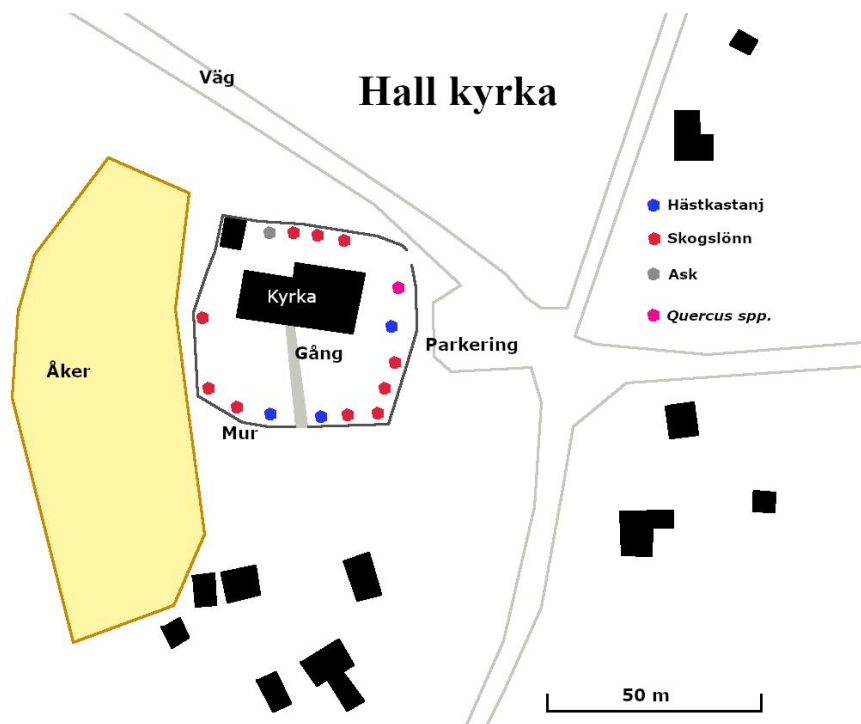
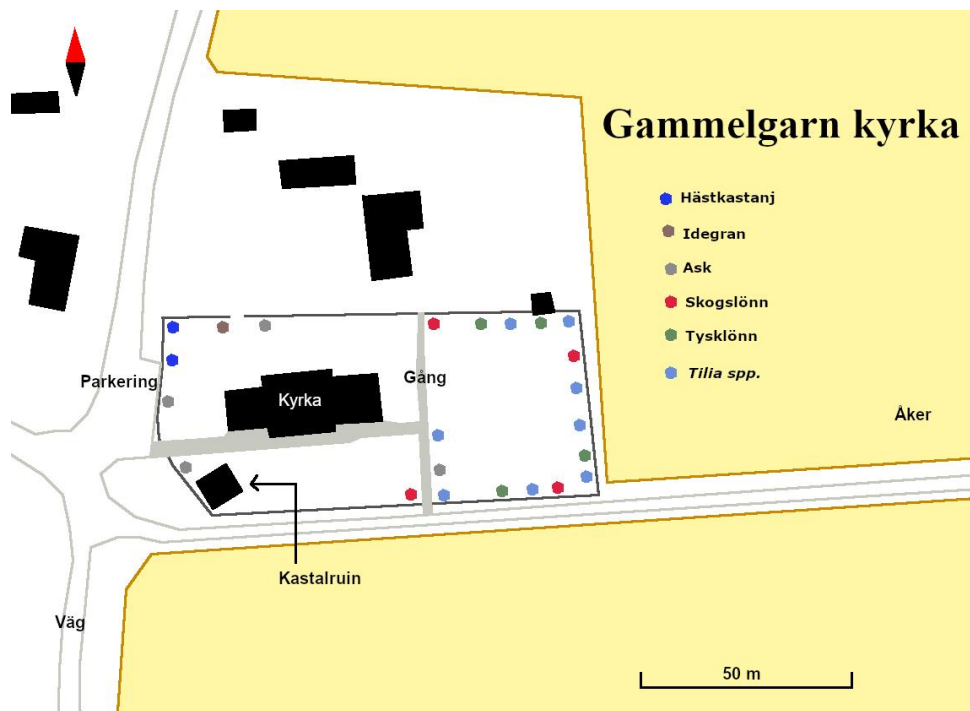
Kyrkogårdarnas situationsplaner med trädarternas placering.

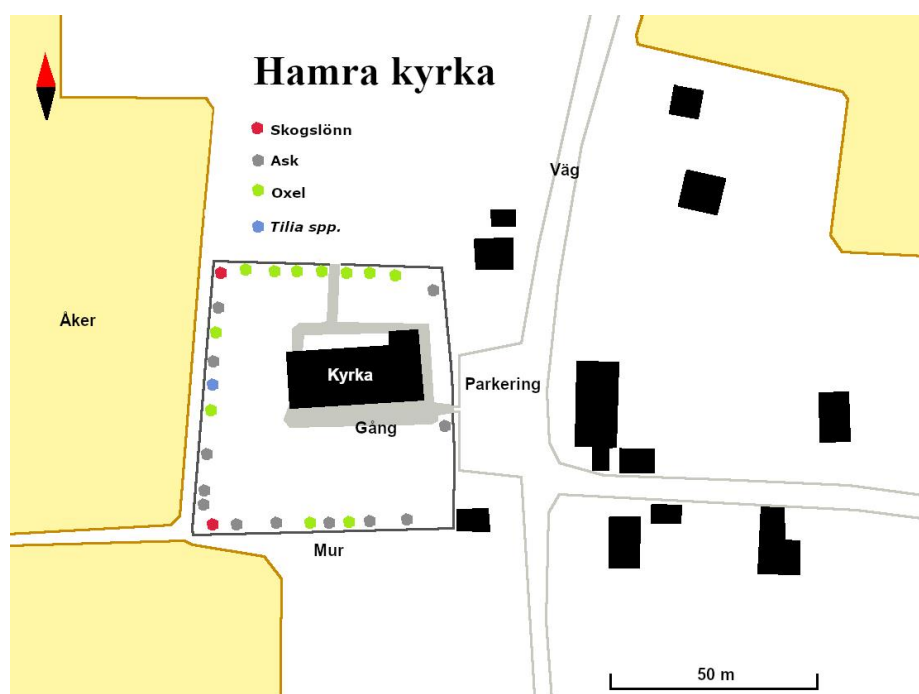
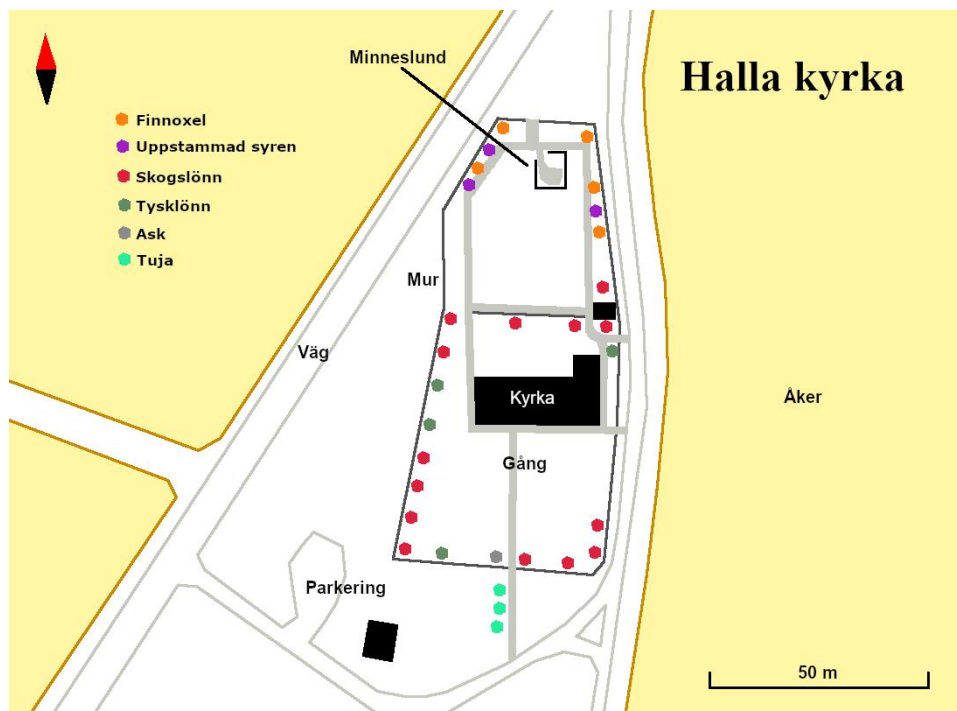


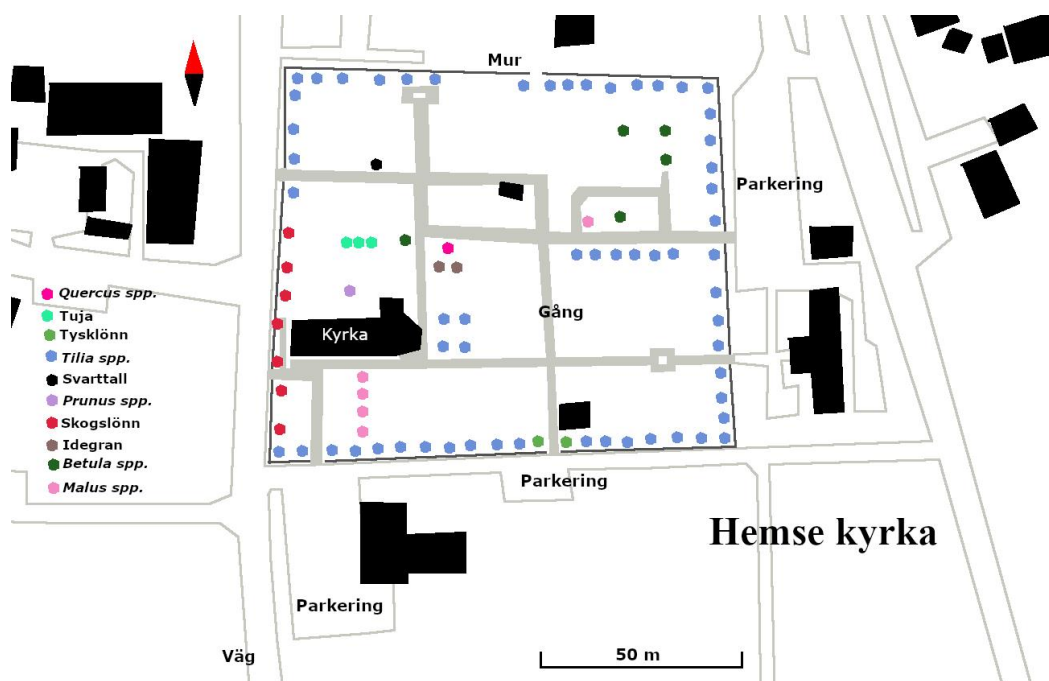
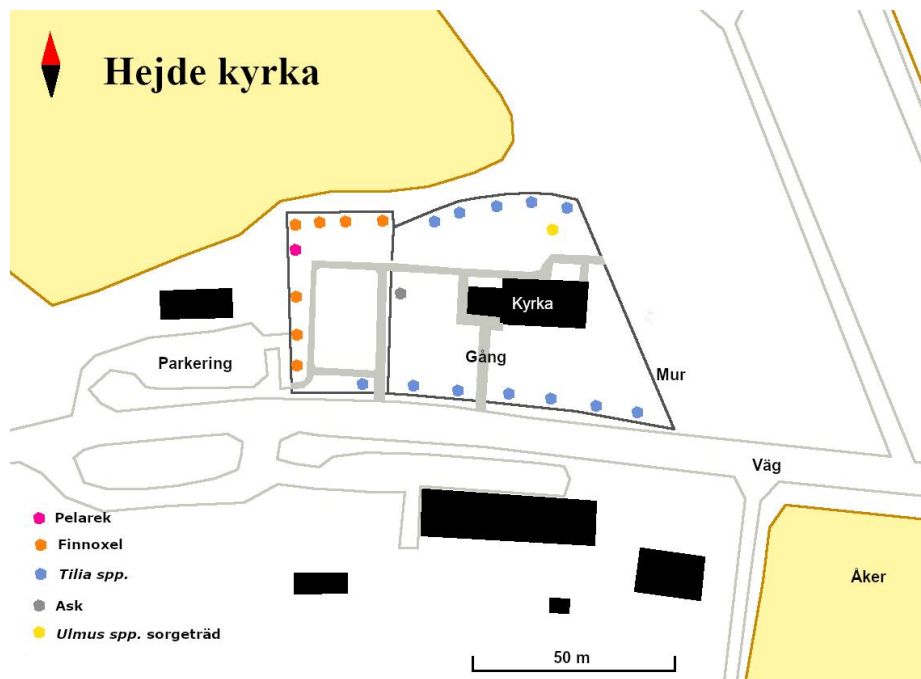


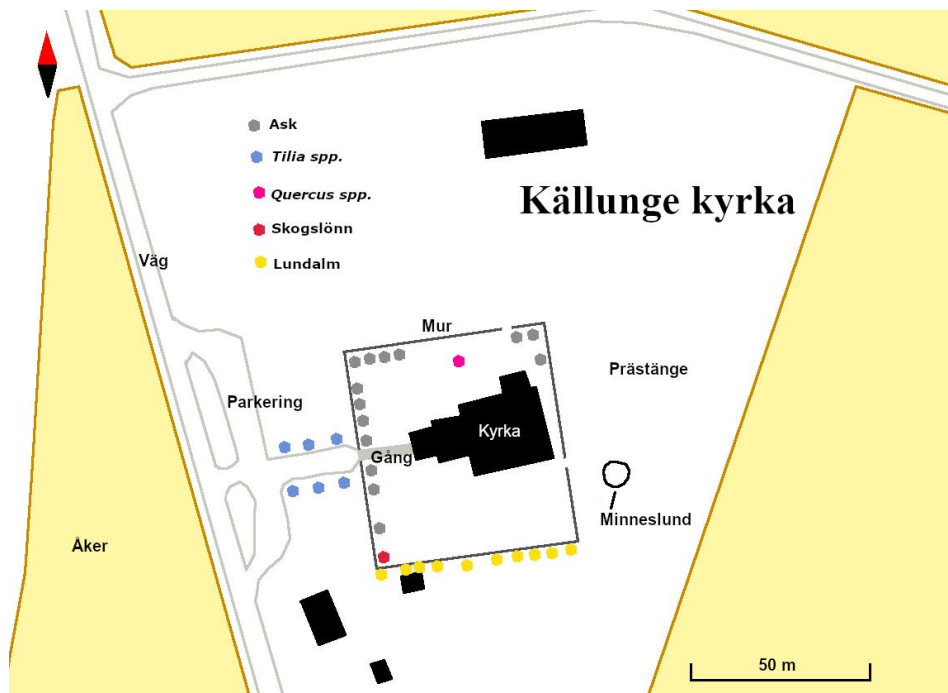
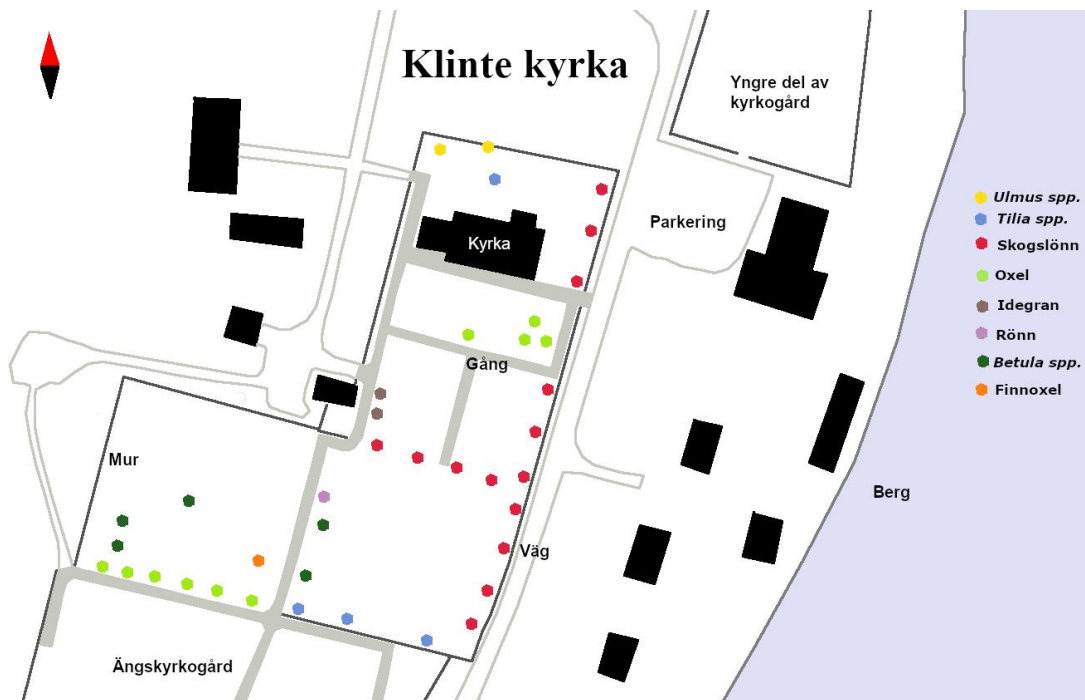


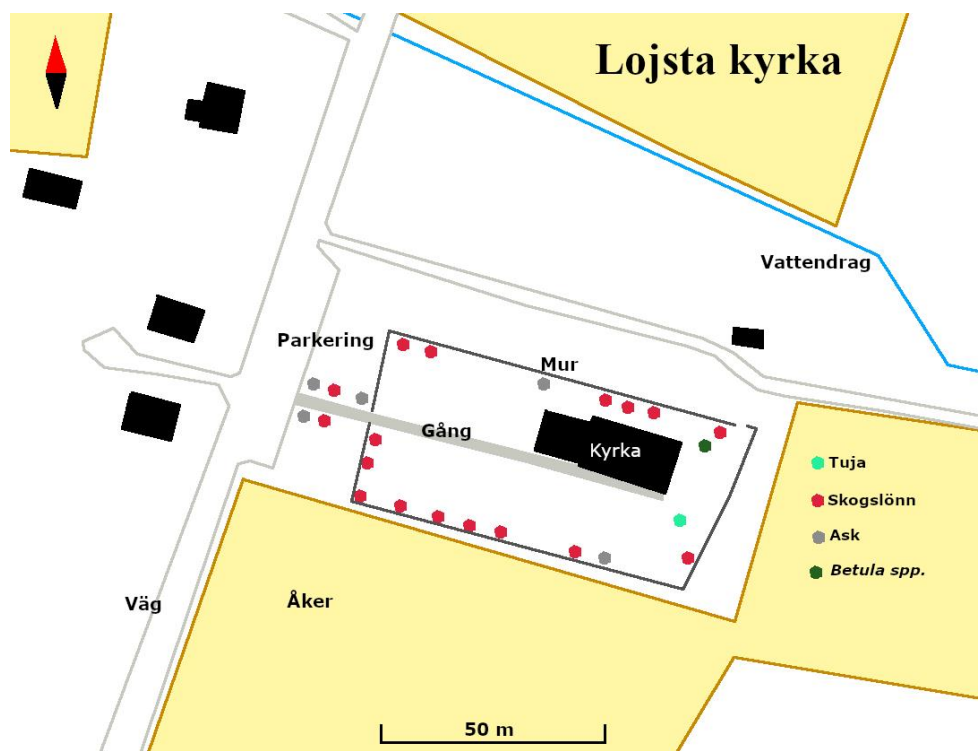
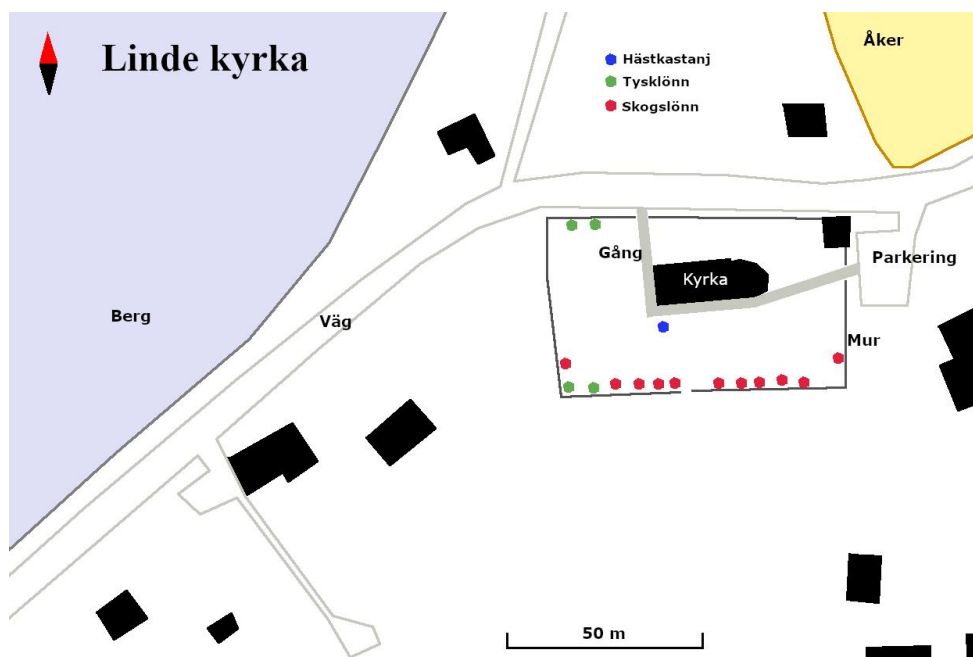


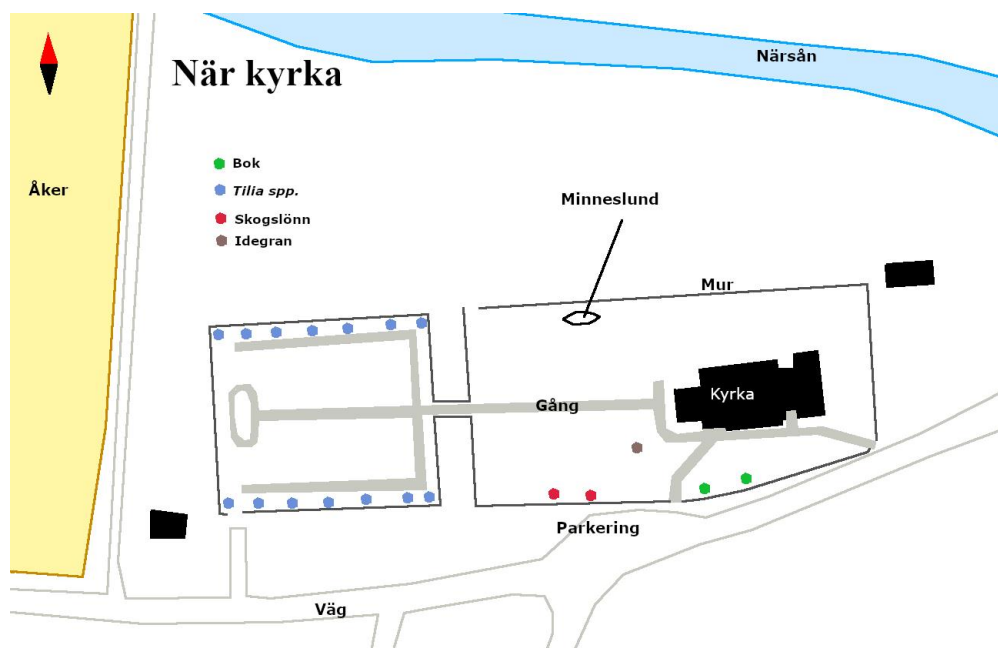
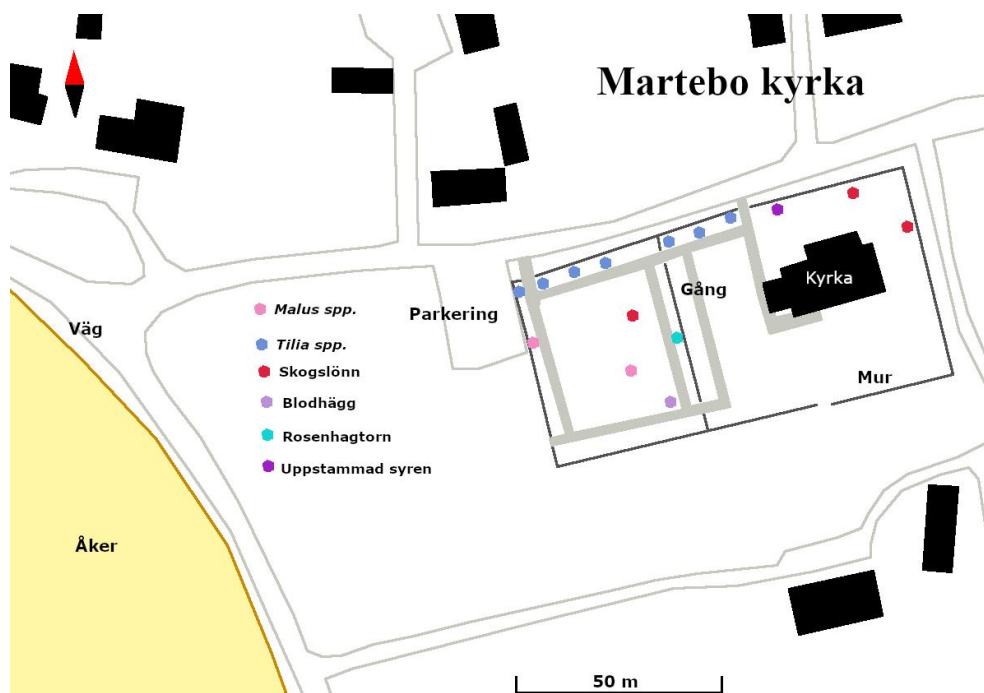


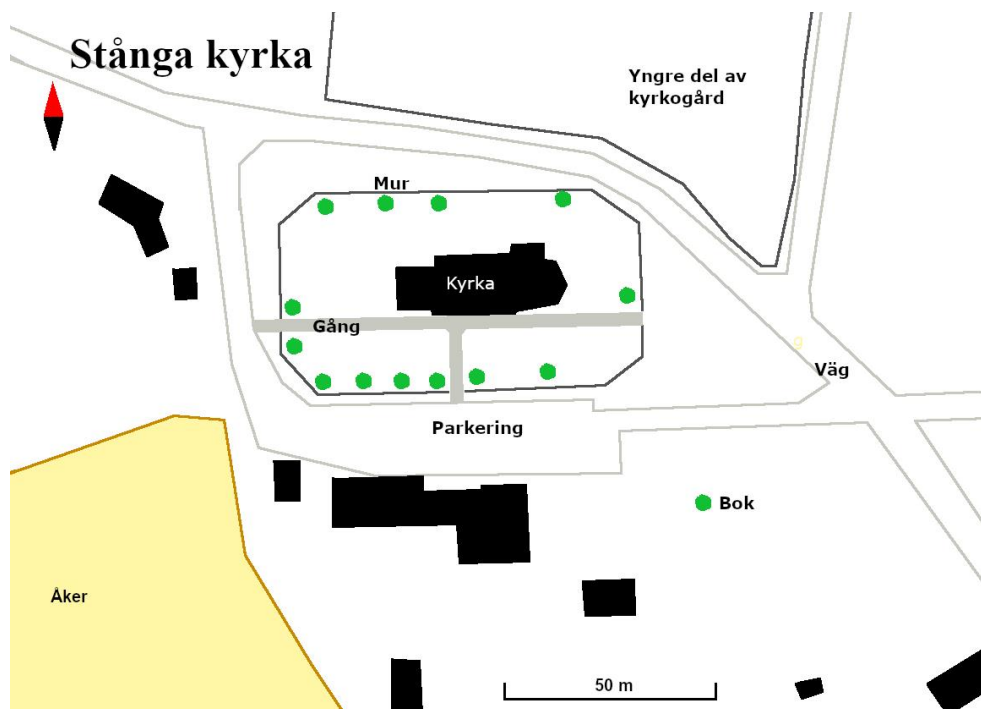
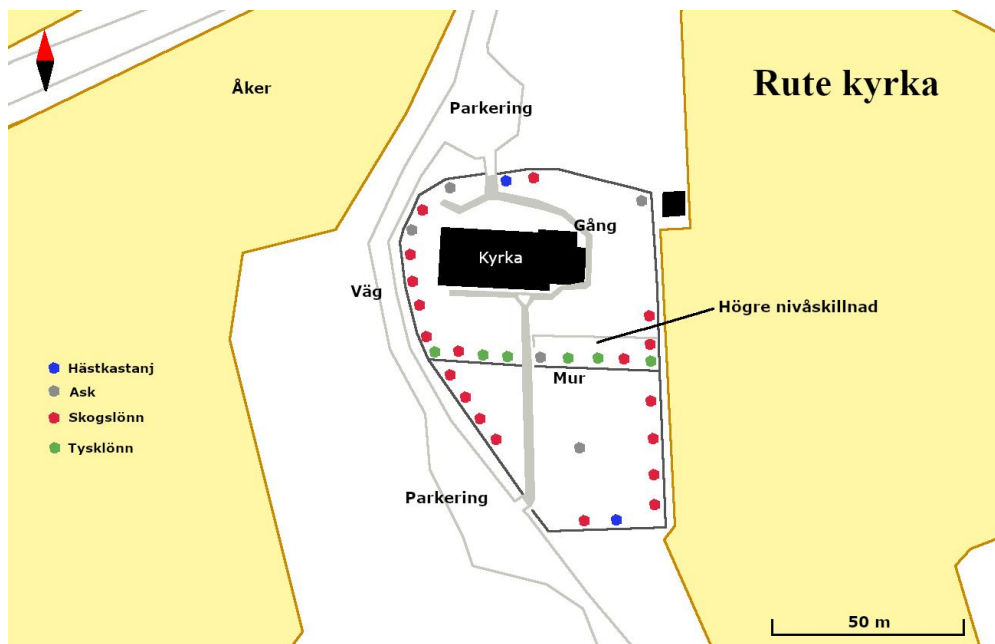


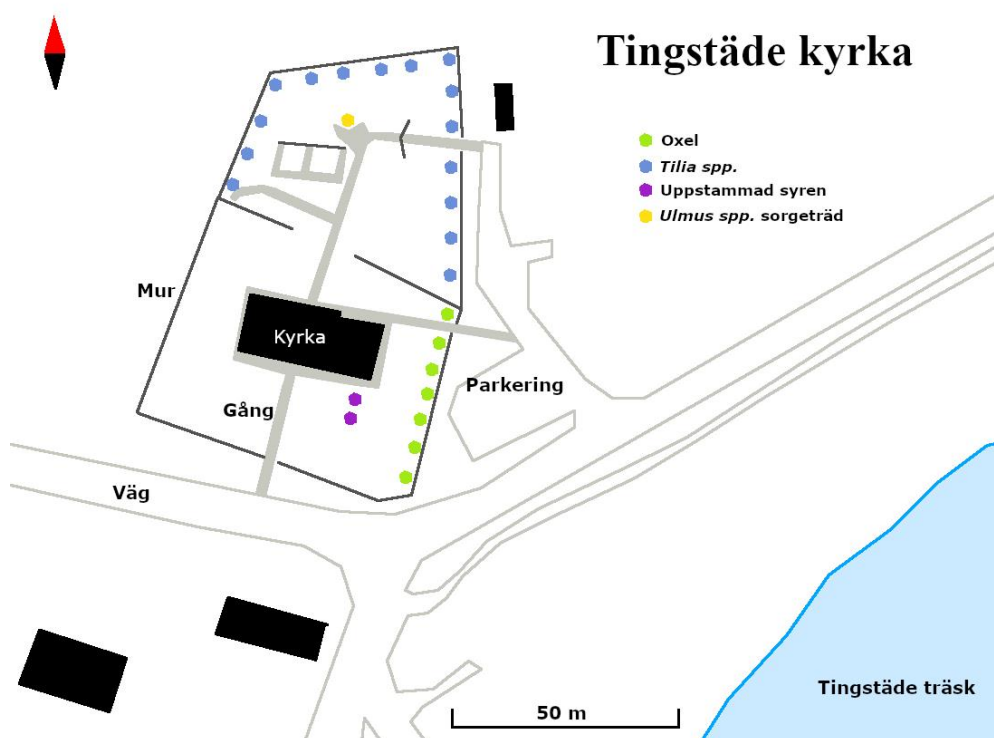
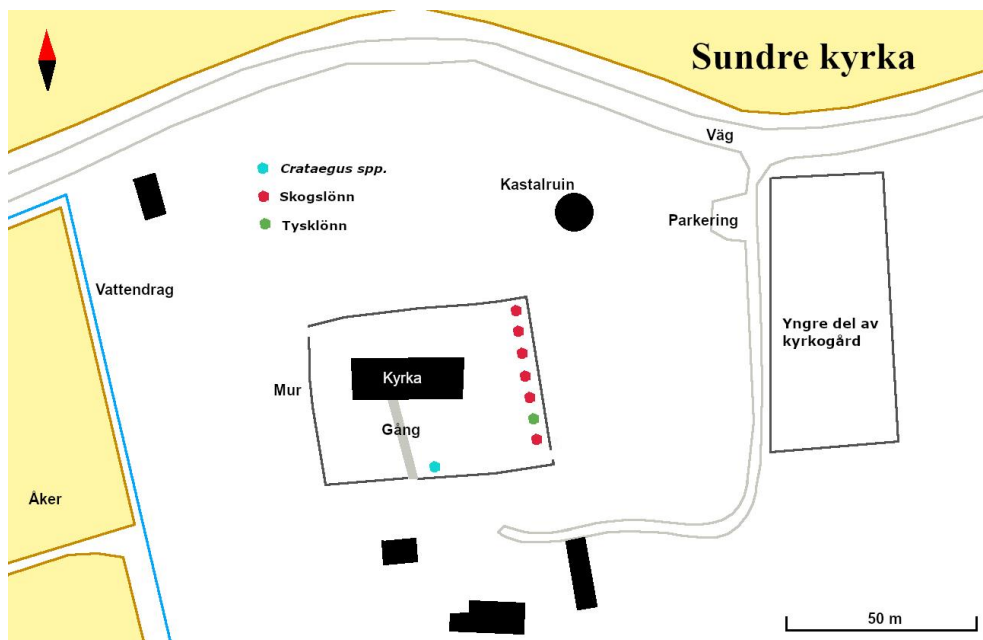


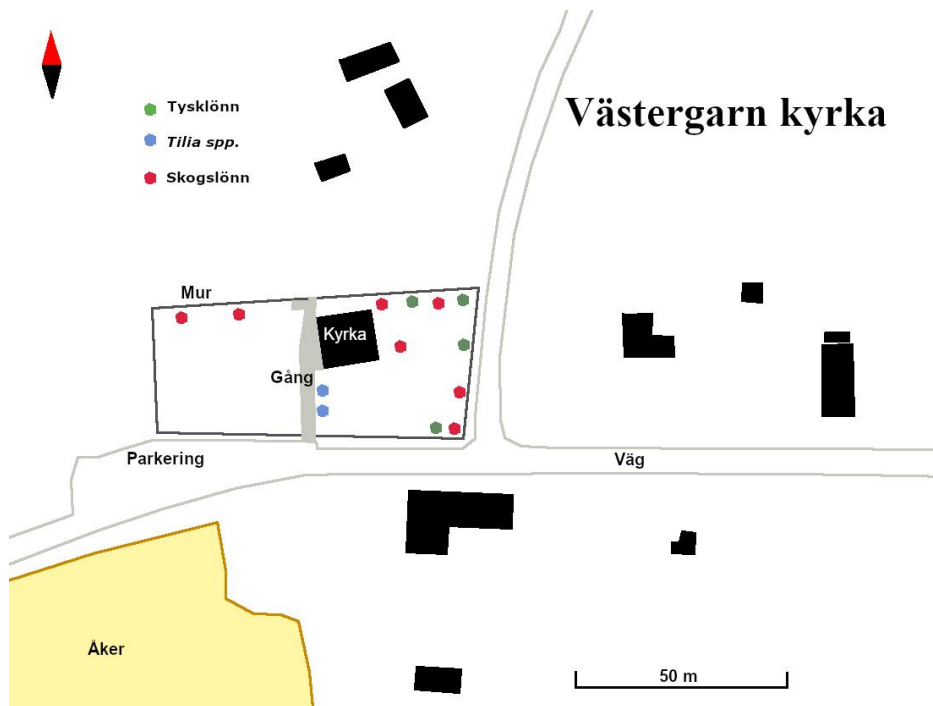


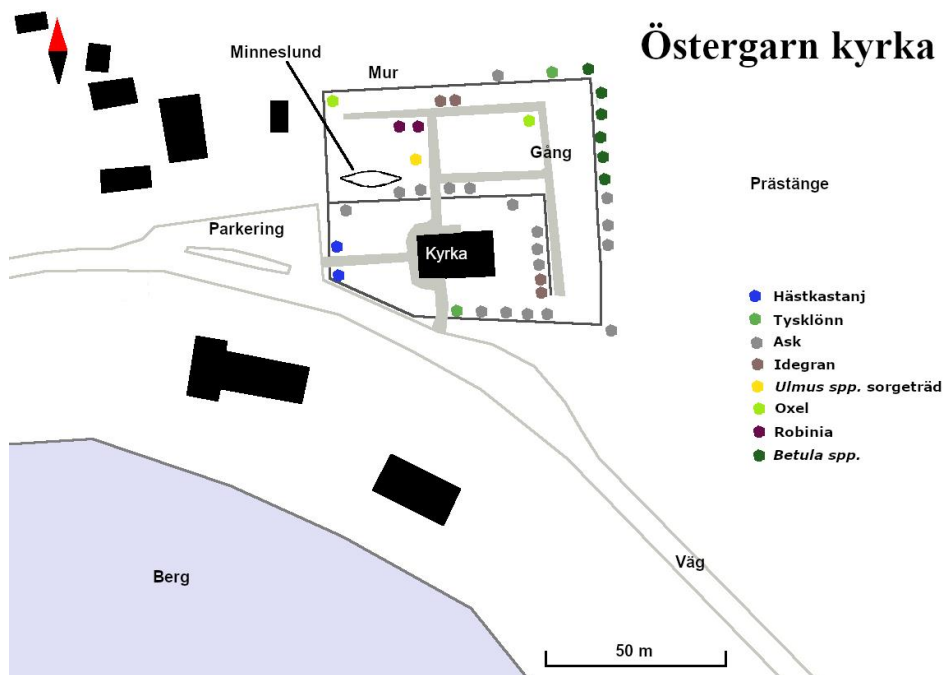
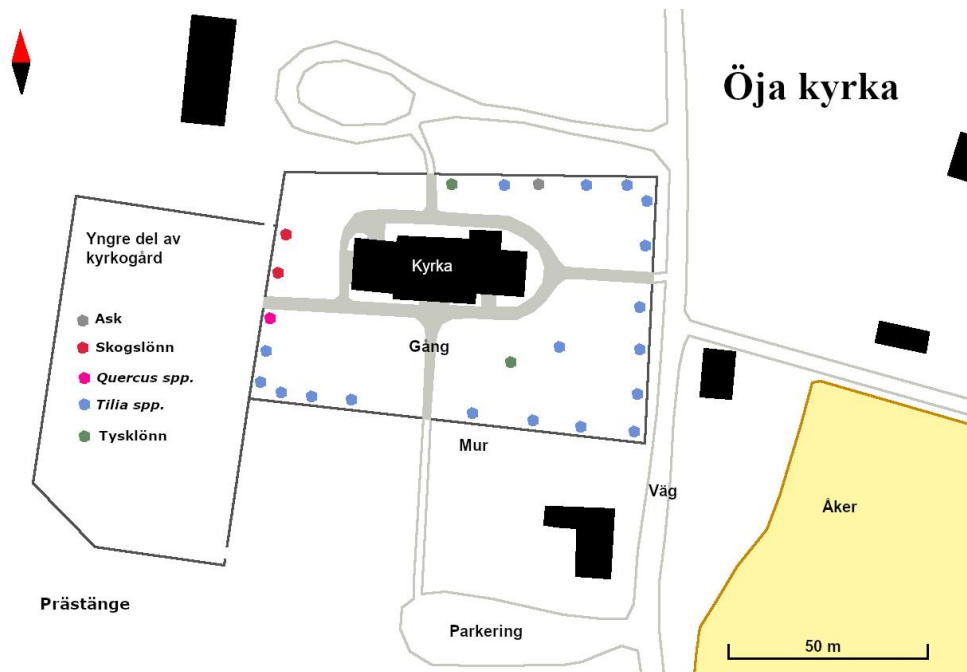












Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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