

Delrapport 3

Metoder för bränning och smörjning av tjära

Om appliceringsmetoder och framställning av tjära på Gotland



Rapport 2020 av:
Frode Falkenhaus
och Pär Malmros

Svenska kyrkan 
VISBY STIFT

 **Gotlands
Museum**

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND	3
3	PROBLEM	3
3.1	Avgränsning	4
3.2	Mål	4
3.3	Mål och förväntade resultat för hela projektet är att:	4
4	METOD	4
5	RESULTAT	5
5.1	Kunskapsinhämtning	5
5.1.1	De gotländska brädtakens konstruktion	5
5.1.2	Norska kyrktak	6
5.1.3	Tiondeboden i Ingatorp.	6
5.1.4	Råvaruförsörjning genom katad skog	7
5.2	Fullskaletest av tjärstrykning med förtjockad tjära på Ganthems kyrktak	8
5.2.1	Koktest inför fullskaleprov	9
5.2.2	Storkok av tjära och inblandning av kimrök och kol	10
5.2.3	Strykning av kyrktak	12
5.2.4	Ytterligare försök till förtjockning av tjäran	13
5.2.5	Besiktning inför andra strykningen i början av september	14
5.2.6	Andra strykningen av Ganthems kyrka med förtjockad tjära	15
5.2.7	Tjärstänk på fasader	17
5.3	Tjärade kyrktak och ekonomi	17
5.3.1	Röros kyrka	17
5.3.2	Jämförelse med gotländska kyrkor	18
5.3.3	Ganthems kyrka	18
5.4	Möten och nätverkande	19
5.4.1	Nätverksträffar	19
5.4.2	Övriga möten	19
6	SLUTSATS	20
7	KÄLLOR	22
7.1.1	Intervjuer och samtal	22
7.1.2	Tryckta källor och litteratur	22
7.1.3	Otryckta källor	23
7.1.4	Digitala källor	25

1 Sammanfattning

Projektet: Metoder för bränning och applicering av tjära, har pågått sedan 2018. Under 2020 har arbetet till största del handlat om kunskapsinhämtning samt förberedelser och genomförande av ett tjärstrykningstest i full skala på Ganthems kyrktak.

Parallellt med detta arbete har den katade skogen följts upp och kompletterats med ytterligare katning.

2 Bakgrund

Sedan 2017 har Gotlands Museum tillsammans med Visby Stift bedrivit ett utvecklingsprojekt för att öka kunskapen om trätjära. Den första delen: Tjära på Gotland, vilken kan betraktas som en förstudie, handlade mycket om kunskapsinhämtning och nätverksbygge och finansierades via 7:2 medel via länsstyrelsen på Gotland, Samfälligheten Gotlands kyrkor och föreningen DBV.

Den andra delen: Metoder för Bränning och applicering av tjära, har varit mer inriktad på tester av olika tjärblandningar och tjärkvalitéer på provytor samt en fördjupning i industriella metoder för tjärbränning och inte minst råvarufrågan. Denna del har finansierats av Kyrkoantikvarisk ersättning (KAE) samt Samfälligheten Gotlands Kyrkor, Egendomsnämnden och 7: 2 medel från länsstyrelsen på Gotland.

Projektet, vars syften har varit att återta förlorad kunskap om såväl tjärbränning som hur man använder sig av tjära för bästa resultat, har haft ett särskilt fokus på tjära för kyrktak.

3 Problem

Visby stift tjärstryker årligen kyrkor för ca 1,5 miljoner kronor. Främst är det takytor som stryks men även portar och trävirke i fasader. De trätakytor som förekommer är i fallande ordning falor¹, tornpanel² och spåntak³ och tillsammans utgör de en yta på 47 000 m². Samtliga 92 medeltida kyrkor stryks i en 6 års cykel och årligen gör man av med ca 6 m³ tjära. Tjäran stryks i tunna lager med en till två strykningar beroende på hur upptorkat underlaget är. Eftersom tjärsmörjningen av de gotländska kyrkorna läggs ut för upphandling och genomförs i huvudsak av två tjärstrykningsfirmor, förläggs arbetet till sommarhalvåret för att i möjligaste mån få torra tak att stryka på. Under denna period skall ett 15-tal kyrkor årligen skall hinnas med Det kan därför inte undvikas att taken stryks i temperaturer som egentligen är för varma vilket innebär att tjäran måste strykas väldigt tunt för att inte rinna av. Det ger trots höga ambitioner ett kortvarigt träskydd. Efter ett år är tjärytorna på södersidorna i det närmaste borta. Istället är det trätaken som utgör offerskiktet. Med nuvarande läggningsteknik och tjärbehandling har man en omläggningstid för faltak och spåntak på långhus och kor på ca 30-40 år och ca 40-50 år för tornpanel på torntaken.

Problemställningen i projektet går ut på att undersöka om det går att förlänga takens livslängd med kanske det dubbla genom att bygga tjockare tjärlager?

Främst är det faltaksytor och en mindre yta med tornpanel som behandlas inom projektet, då dessa takytor dominerar. Det finns svagheter i faltakens nuvarande konstruktion där ett lager falor läggs på läkt ovanpå en tät bördning med papp. Läkten drabbas nästan alltid av rötskador

¹ Faltak - lodrätt monterade brädor med vattenspår i varje kant. På kyrkorna oftast lagda i ett lager på läkt ovanpå en tät bördning med papp.

² Tornpanel - liggande, snedkantade bräder, monterade direkt på takstolarna.

³ Spåntak- främst tunna sågade spån, lagda i tre lager på läkt.

före falorna då vatten tränger in i springorna mellan falorna och orsakar röta på den obehandlade läkten. Även om man bygger tjocka lager med tjära så kommer det fortsatt att vara en svaghet i den nuvarande konstruktionen. För mer information se nedan under rubriken ”De gotländska brädtakens konstruktion”.

3.1 Avgränsning

Trots att Ganthem kyrka hör till de mindre på Gotland valde vi att avgränsa provytorna till långhus, kor och korabsid. Kor- och långhustaket är lagda med falor och korabsiden med tornpanel. Samtliga är lagda på läkt ovanpå en tät bördning med papp.

Utvärderingen av de provytor med tjära som tidigare anlagts på Norrbys kulturresevat visade tydligt att de ytor som förtjockats med kimrök och kol samt färgpigment som järnoxidrott stod emot nedbrytning bättre än de ytor som ströks utan inblandning. Tjockast tjärlager hade de ytor som strukits med inkokt tjära, s.k. rörtjära. (Rörtjära är tjära som kokats upp och förtjockats så att den lagom går att röra i kallt tillstånd.) Av denna anledning valde vi att avgränsa valet av tjärblandningar till inblandning av kimrök, inblandning av kol samt en yta med påkastad sand. På flera av provytorna på Norrbys har vi kastat på kol i efterhand, även sand. Sanden har den fördelen att det är ett tyngre material som inte så lätt blåser omkring på ett kyrktak. Skulle det blåsa mot en fasad så färgar inte sanden en putsad yta så som kol skulle göra.

För att ändå få ett jämförelsematerial användes till största del handelstjära från Claessons trätjära AB av kvalitet dalbränd tjära, men också en mindre mängd såidesbränd, (dalbränd), tjära från Ardre på Gotland som avgränsades till korabsiden.

3.2 Mål

Projektets övergripande syfte är att öka kvalitén på den gotländska tjäran gällande metoder för bränning och applicering.

3.3 Mål och förväntade resultat för hela projektet är att:

- utveckla appliceringsmetoder tillsammans med tjärsmörjare
- hitta metoder för bättre råvaruförsörjning till tjärbränning.
- undersöka retort och ungsbränning som industriell teknik för framställning av lågbränt tjära.
- tillgängliggöra kunskaper om tjära genom permanent informationstavla på Museigården Norrbys i Väte på Gotland, samt skriva rapporter och artiklar.
- fortsätta nätverksarbetet mot såideslag, skogsfolk och tjärbrännare samt Nordic tar Network.

Under 2020 har projektet huvudsakligen arbetat med målen:

- utveckla appliceringsmetoder tillsammans med tjärsmörjare. (Fullskaletest av takstrykning)
- hitta metoder för bättre råvaruförsörjning till tjärbränning. (Fortsatt med katning av skog)
- nätverksträffar.

4 Metod

- Arbetet med såväl den katade skogen som fullskaletestet på Ganthem kyrktak använder sig av fältstudier och laboration samt analys som arbetsätt.

5 Resultat

5.1 Kunskapsinhämtning

5.1.1 *De gotländska brädtakens konstruktion*

Den lokala benämningen för ett brädtak lagt med lodrätt monterade bräder är faltak. Traditionellt har faltaken lagts med två olika tekniker (Utas 1984). Båda lagda med två lager bräder. Den äldsta, som har sitt ursprung i tidig medeltid, är den som återfinns på främst kyrkornas tak. På kyrktakens stolta takresning och stora ytor användes en konstruktion där ett undre lager bräder med snedhuggna kanter spikades direkt på takstolen, parallellt med takfoten. Tvärs över underlagsbräderna spikades ytterligare ett lager breda bräder (falorna) med en hyvlad vattenränna i varje kant, för att hindra regnvatten att rinna ned på underlaget. Under medeltiden klövs vanligen virket fram ur hela stockar och släthöggs med yxa. Under 1600-talet introducerades ramsågen på Gotland och man övergick då till att såga fram bräderna. Samtidigt ändrades faltakens konstruktion, främst inom den profana bebyggelsen, och bräderna spikades i två lag på lock i takfallets riktning. För att få de två lagren att sluta tätt mot varandra lades taken i spänn, d.v.s. att läkten eller åsen mitt i brädans längd gjordes högre än i botten och i toppen. I toppen fästes falorna i ett spår i en nockstock och i nedre änden med spik eller träplugg. Faltaken var ett mycket vanligt takmaterial på kyrkor och främst manbyggnader fram till 1860-70 talet, då andra takmaterial började ersätta faltaken.

På torntaken, som vanligtvis har en mycket stolt lutning med snudd på lodräta ytor, räckte det med den underpanel som man på kyrktaken lade under ett lager falor. Det är också så merparten av de gotländska torntaken är konstruerade än idag.

Faltaken hade rykte om sig att inte vara helt täta och så är det än idag med tornens panel. Vid blåst tränger regnvatten in mellan springorna. Det fungerar bra så länge man har en öppen och väl ventilerad konstruktion i kombination med ett tätat klockdäck. Bristen på täthet är också det främsta skälet till varför man började bygga helt täta tak klädda med papp. Ovanpå pappen lades ett enkelt lager falor på läkt för att efterlikna originalkonstruktionen. Skyddet av interiörerna ansågs viktigare än att behålla takens originalkonstruktion. På flera håll kan man i de gotländska kyrkorna hitta äldre bevarade brädtak under nyare tak. Det finns också åtskilligt med sparade lösa falbrädor på kyrkornas vindar.



Underpanel till ett faltak tillverkade av ramsågade bräder.



Studiebesök hos Røros Museum där byggnadsantikvarie Kolbjørn Vegar Os förevisar taket på Røros kyrka.

5.1.2 Norska kyrktak

I början av oktober 2019 gjorde tjärprojektet en studieresa till Røros där vi träffade byggnadsantikvarie Kolbjørn Vegar Os vid Røros Museum. Vi hade en lärorik föreläsning av Røros kyrka och dess tak med en tjäryta som närmast kan beskrivas som ett pansarlager av tjära och kol. Kolbjørn menade att det var det tjocka tjärlagret och den grovmalda kolen, (6 -7 mm. stora kolbitar), som bidragit till den långa hållbarheten. Taket, som lades för 240 år sedan, har enligt Kolbjørn endast fått sporadiskt underhåll i form av nya tjärlager.

Genom analys av kyrktakets tjärlager och forskning kring de metoder som använts för såväl malning av kol som applicering av tjäran har Røros museum tagit fram anvisningar för en tjärstrykningsmetod med kolinblandning. Denna metod, som har utvecklats till ett underlag för upphandling av tjärstrykning, har varit ett viktigt kunskapsunderlag för det fullskaletest som påbörjats 2020. Vid samma resa besöktes också Kvikne kyrka som just behandlats efter ovan nämnda metodbeskrivning.

Inför strykningen av Ganthem kyrka har flera konsultationer gjorts med Kolbjørn Vegar Os vid Røros museum, Ole Jørgen Schreiner vid Norsk Folkemuseum samt Timmermannen Ingmar Kroken som sköter underhållet på Heddal stavkyrka i Norge.

5.1.3 Tiondeboden i Ingatorp.

Under 2017 tjärades det restaurerade spåntaket på tiondeboden vid Ingatorps kyrka i Småland. Här användes metoder och recept från Kungliga vetenskapsakademien från slutet av 1700 talet. Utöver inblandning av kol på provytorna fanns här också ytor med endast inblandning av kimirök. I våra egna arkivstudier har vi funnit inköp av kimirök till gotländska kyrkor i förbindelse med renovering av taken. Under det förberedande arbetet i form av provytor mm. har vi haft flera konsultationer med Tiondebodens projektledare Karl Magnus Melin.



5.1.4 Råvaruförsörjning genom katad skog

Under våren gjordes en besiktning av de katade tallarna genom borrning med tillväxtborr. På två år hade ca. 20 - 25 mm av ytveden fyllts med hartser och bildat fetved

Arbetet med den katade skogen föregående år bestod i att barka de redan katade tallarna ytterligare två meter upp. På grund av mötet med många kvistar blev denna metod såväl bölig som irrationell. Med denna erfarenhet katades detta år ytterligare tallar från roten och ca. två meter upp, en metod som vi finner tämligen rationell.

Vid avverkning går de första metrarna till tjärved och resten till massaved. Bränning och uppmätning av tjärvolym relaterat till mängden ved är planerat till nästa projektomgång.



Prövtagning med tillväxtborr i katade tallar och närbild på kärnborsprover. De mörkgula partierna är fetved.

5.2 Fullskaletest av tjärstrykning med förtjockad tjära på Ganthems kyrktak

Centralt för projektet är att utveckla strykningsmetoder som kan utföras med roller ganska likt de metoder som används idag.

Ganthems kyrka är en av de mindre kyrkorna på ön och härstammar till största del från romansk tid. De äldsta delarna är från 1100-talet. Kyrkan är en av de mindre kyrkorna på ön. Samtliga taktytor har brädtak, falor och tornpanel. Taktyornas storlek är: Långhuset ca 190 m², kor ca 96 m², korabsid ca 30 m², sakristia ca 16 m² och torn ca 250 m². De relativt små takytorna gjorde det möjligt att stryka taken på långhuset, koret och korabsiden inom projektets ekonomiska ramar. Tornet och sakristian ströks efter rådande metod med ett tunt lager tjära som färgades med kimrök för att fungera bättre ihop med testytorna. Själva strykningen upphandlades från Byhens bygg och tjärstrykning AB. Projektets roll var att tillhandahålla anvisningar för tjärstrykningen samt preparerad tjära för ändamålet.

För att få ytor som kan jämföras med varandra beslöt vi att stryka långhuset med handelstjära från Claessons trätjära AB, benämnd som dalbränd tjära, blandad med kimrök. Korhuset fick tjära av samma märke som blandades med kol, Korabsidens tak ströks med tjära bränt i Ardre såide på Gotland och den tjäran blandades också med kol. I början av juni hämtades 3 säckar såidesbränd kol hos Östergarn - Gammalgarns hembygdsförening. Även Mästerby Hembygdsförening bidrog med några säckar kol till de olika takytorna som beräknades behöva en åtgång på ca. 100 liter malen kol. Malningen ägde rum utomhus vid Norrbys kulturresevat några dagar senare.

För malningen användes en kompostkvarn med knivar av märket Viking. Eftersom vi använde såidesbränd kol måste varje kolbit först kontrolleras så att den inte innehåller oförbränt trä. Detta görs genom att dela bitarna genom att knäcka eller vrida kolstyckena för hand. Ju mindre kolbitarna är ju lättare går det att mata ned dem i kvarnen. Vid malningen samlas kolet upp i en rektangulär murarbalja som täcks över med en skiva för att hindra den riktigt finmalda kimröken från att blåsa bort. Kolet måste malas om flera gånger och siktas mellan varje gång.



Tjärstrykning på Ganthem kyrka.



Det malda kolet siktas till rätt kornstorlek.



Kolet siktas i 5 mm såll.

Tidigare, när vi tjärat provtytor användes ett såll med rutstorlek på 3 mm. Nu, inför fullskaleprojektet, beslöt vi att följa rådet från Röros museum och använda ett 5 mm såll för att få fram ett kol med större bitar.

Varje 10 liters spann med kolbitar maldes om ca 5 gånger innan det mesta av bitarna gick igenom sållet. Att få fram 100 liter mald kol tog en dryg arbetsdag. En process som medför en väsentlig kostnad varför en industriell metod är önskvärd.

5.2.1 Koktest inför fullskaleprov



I början av juni gjordes ett koktest i syfte att identifiera hur mycket de olika tjärorna behövde värmas för att bli lagom tjocka som rörtjära.

I upphandlingen för strykningen av Ganthem kyrka ingick handelstjära, sk. dalbränd tjära från Claessons trätjära AB i Göteborg. Enligt leverantören är den dalbrända kvalitén en ungsbränd tjära tillverkad i Serbien. Vi fick 2 tunnor av denna kvalitet av entreprenören Byhens bygg och tjärstrykning AB. De två

200-litersfaten, med tjära av samma deklarerade kvalité, visade sig vara väldigt olika.

Det ena fatet innehöll en tjockflytande svart tjära. Så tjockflytande att vi beslöt att inte förtjocka den ytterligare. Förmodligen var den processad vid en tämligen hög temperatur. Det andra fatet innehöll en mörkbrun tjära som kändes fet och fin trots att den var avsevärt tunnare.

Tjärorna skulle förärbettas genom inkokning till en rörtjära. Processen går ut på att förtjocka tjäran genom kokning, men inte mer än att tjäran går att röra i kallt tillstånd. Det underlättar när man vill bygga tjocka lager utan att tjäran rinner för mycket. Tjärorna skulle också blandas med kimrök och kol för att få en ökad motståndskraft mot UV strålning och snabbare bygga tjockare lager.

Eftersom den svarta tjäran redan var tjock som rörtjära, (så tjockflytande att man nätt och jämnt kunde röra runt i den i kallt tillstånd), bestämde vi att inte koka den ytterligare. Denna tjära beslöt vi att använda till kyrkans långhus som skulle strykas med tjära blandad med kimrök.

För att identifiera den fina mörkbruna tjäran gjordes ett mindre inkokningstest. Tjäran värmdes till 150 grader. Efter 20 minuter, alltså med högre och längre koktid än tjärorna på det tidigare provtaket, upplevde vi att vi fick en påtaglig förtjockning. I denna tjära blandade vi in proportionerligt med kol och provade att rolla några brädor. Kolet fördelade sig fint men i den starka försommarsolen noterades en del avrinning av tjära. Vid det kommande storkoket beslöt vi att både höja temperaturen en aning och förlänga koktiden något.



Provstyrkning med kol.

5.2.2 Storkok av tjära och inblandning av kimrök och kol

I vecka 42 började vi preparera de stora volymerna tjära genom inkokning och inblandning av kol. Inför uppgiften att koka rörtjära av 260 liter tjära byggde Pär Malmros en tjärkokare baserad på en stor varmvattenberedare på 300 liter som förseddes med en elpatron på 9 kW och en elektrisk omrörare för att blanda tjäran på ett bra sätt under kokningen. För att lättare blanda in kol och kimrök inköptes ett antal 20-liters plåtspann med lock.

Kokning av dalbränd tjära

Vi började att koka ardetjäran till ca 145° i 15 minuter. Temperaturen mättes med mätinstrumentet Testo 176T4 med möjlighet att ansluta upp till 4 termoelement. Här kände vi oss ganska trygga på hur tjäran skulle hanteras för att bli lagom tjock. Den varma ardetjäran tappades ut i satser på 15 liter i 6 plåtspann och blandades där 3 dl mald kol/liter (eller 4,5 liter per 15 liter) tillsattes. För detta ändamål användes skruvdragare och färgblandare.

Kokning av ungsbränd handelstjära

Därefter laddade vi kokaren med 200 liter handelstjära, kvalité Claessons dalbränd. Kokningen av så mycket tjära tog ganska lång tid, men efter en timma var vi uppe i 150°. Under en dryg halvtimme lät vi tjäran ligga på 150 - 160 grader. Det tog också lång tid för tjäran att svalna. Från det att vi stängde av värmen tog det 1,5 timme innan vi tappade ut tjäran och temperaturen låg då fortfarande på 80 – 90 grader. Vår erfarenhet från provtaket



olika tjäror sade oss att det är farligt att värma för mycket eller för länge då tjäran snabbt kan bli till beck.

Tjäran tappades på samma sätt som ardetjäran i 15 literssatser i varje plåthink där 3 dl mald kol/liter (eller 4,5 liter per 15 liter) tillsattes. Enligt norska erfarenheter är det en fördel om kolet kan stå och dra åt sig tjäran en tid innan den stryks på taket för att kolet skall bindas bättre till tjäran.

Vi hoppades att den förlängda inkokningstiden samt den tidiga inblandningen av kolet, som innehöll alla kornstorlekar från kimrök till 5 mm, skulle vara gynnsamt för en ytterligare förtjockning av tjäran.

Den tjockflytande svarta handelstjäran som tidigare nämnts (som reserverats för långhuset) beslöt vi att blanda med kimrök vid strykningstillfället.



Blandning av tjära i plåthink. När man blandar i kol och kimrök i den varma tjäran så sker en reaktion som får innehållet att skumma och jäsa.

5.2.3 Strykning av kyrktak



Johan Byh stryker långhustaket med kimröksblandad tjära.

Gantheims kyrka grundades med ett tunt lager tjära i slutet av maj på konventionellt sätt, dvs tjäran värmdes till omkring 50 - 60 grader och rollades på i ett lager. Den första strykningen med förtjockad tjära ägde rum den 14 - 15 juli. Tjäran som förberetts, och tills nu stått och sugits in i kolet, packades i museets stora skåpbil tillsammans med två säckar kimrök och kördes upp till Gantheims kyrka.

Först ut för strykning var långhuset sydsida som skulle rollas med kimröksblandad tjära. Den tjocka svarta tjäran från Claessons trätjära AB, som vi inte förkokat, värmdes i en tjärkokare efter tjärstrykarens önskemål till 70° och tillsattes med 4 dl kimrök/liter, eller 6 liter per 15 liter. Efter att Johan och Jakob från Byhens bygg och tjärstrykning AB monterat droppskydd gjorde de sig i ordning med klätterutrustning och skylift för att rolla på tjäran.



Blandning av kimrök i den förvärmade tjäran, foto Monica Syversen.



Vädret var soligt och somrigt med en temperatur på drygt 20 grader och på det svarta taket steg temperaturen till över 30°. Med 70° tjära och sommarvärme kom tjärlagret på ganska tunt. Mycket sögs in i sprickor som inte helt fyllts upp genom grundningen. I gengäld blev det inte mycket avrinning. Det blev likväl en svart och blank yta som vi var ganska nöjda med.

Den förblandade tjäran till korhuset värmdes med en doppvärmare av märket ECE-ATS 200. Den var försedd med överhettningsskydd som bröt när den omgivande temperaturen steg till över 100 grader, vilket skedde nästan genast då vi stoppade ned den i hinken. Doppvärmaren fungerade dock utmärkt när överhettningsskyddet justerades. Den har hög effekt jämfört med andra doppvärmare på marknaden men det är viktigt att man hela tiden är närvarande och övervakar uppvärmningen.

Strykningen av korhuset blev inte som vi förväntat oss. Tjäran som också denna gång värmdes till 70 grader efter önskemål från tjärstrykaren blev för varm. Det i tillägg till det varma taket gjorde att tjäran kom så tunt på att kolet inte fick fäste och ramlade av. Särskilt de stora kolbitarna runt 4 - 5 mm. släppte och ramlade ned från taket. Temperaturen sänktes till 40 ° men kolet ville ändå inte stanna kvar på taket. Det stod klart att tjäran hade ett viskositetsproblem.



Tjärstrykare Johan Byh avslutar tjärstrykningen på korabsiden med att strö sand på det nytjärade taket.

Nästa dag ströks korabsiden med förkokad kolinblandad Ardretjära. Tjäran värmdes till 40-50° och rollades på utan större problem. Tjäran byggde ett tjockare lager än den på korhuset och fick en fin struktur av kolpartiklar i ytan. Slutligen ströddes också fin sand över taket.

Vi beslöt att ta ett förnyat tag efter sommarledigheterna med den dalbrända handelstjäran som inte ville låta sig förtjockas.

5.2.4 Ytterligare försök till förtjockning av tjäran

I slutet av augusti gjordes ett omtag för att se om vi på ett enkelt sätt kunde förtjocka den ljusare handelstjäran som användes på korhustaket. En liter kolinblandad tjära tappades av, värmdes och

silades för att få bort kolet, för att sedan kokas för att identifiera beckningstemperaturen. Tjäran värmdes först till 200° i ca 15 minuter. Därefter ströks tjäran ut på en brädlapp men den var fortfarande flytande när den svalnat. Först väl över 300 grader och efter en timmas kokning började den bli seg, men snarare som kola än som hårt beck.

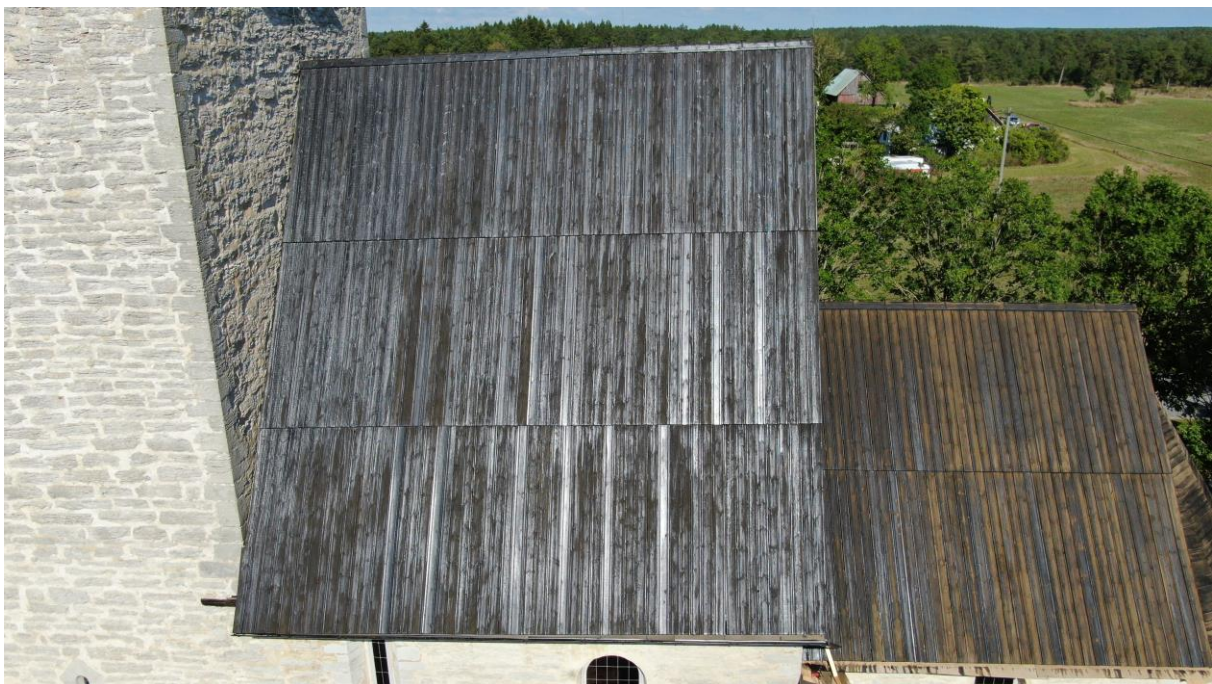
Vi provade också att stryka tjäran på provbitar med roller utan att värma. Nu kom kolet med på brädorna, men de största kolbitarna satte sig hellre i rollern än i tjäran. Provbitarna ställdes vertikalt för att stressa fram en avrinning. Denna tjära var inte stabil utan rann av ganska ymnigt. Därefter ökades temperaturen på tjäran. Först till 30° sedan till 40° och vidare till 50, 60 och 70°. Tjäran blev lika tunn vid dessa temperaturer som vid den misslyckade strykningen på kortaket och kolet fäste sämre ju högre temperaturen blev.

Att blanda in ytterligare kimrök i tjäran (2 dl. /liter) gav en tjockare viskositet. Denna blandning ströks upp vid en temperatur på 30°. Även om brädan ställdes nästan helt vertikalt var det endast en ringa mängd tjära som rann av brädan. Vi provade också att blanda in ytterligare finmalen kol (1dl/liter) av kornstorlek upp till 3 mm.

Denna blandning fungerade mycket bra varför vi beslöt att inte koka om tjäran, utan blanda upp den med mer kimrök och kol. Den totala inblandningen av kol blev då 4 dl. /liter tjära. Till detta adderades också 1 dl kimrök. Med denna blandning uppvärmt till 30 ° fick vi en brukbar blandning som släppte ifrån sig kolet bra samtidigt som avrinningen begränsades. Vi noterade att avrinningen avtog ju mer kimrök vi hade i.

5.2.5 Besiktning inför andra strykningen i början av september

Trots att sommaren 2020 inte utmärkte sig som den varmaste av somrar var det tydligt att solen tärt hårt på ytorna. Det berodde till stor del på att det första tjärlagret kom på alldeles för tunt och var mer att betrakta som en extra grundning. Långhuset, med sin kimröksinblandning hade stått sig ganska bra, likaså korabsiden. Korhusets tjära, som kom på allt för tunt, var som väntat mycket tård.



Långhus- och kortak, fotograferade inför andra strykningen.

5.2.6 Andra strykningen av Ganthems kyrka med förtjockad tjära



Måndag den 7 september skulle såväl nord som sydsidorna strykas. Temperaturen för dagen låg på ca. 17 grader, men taken på sydsidan fick ändå en temperatur på 28 grader när solen vågade sig fram.

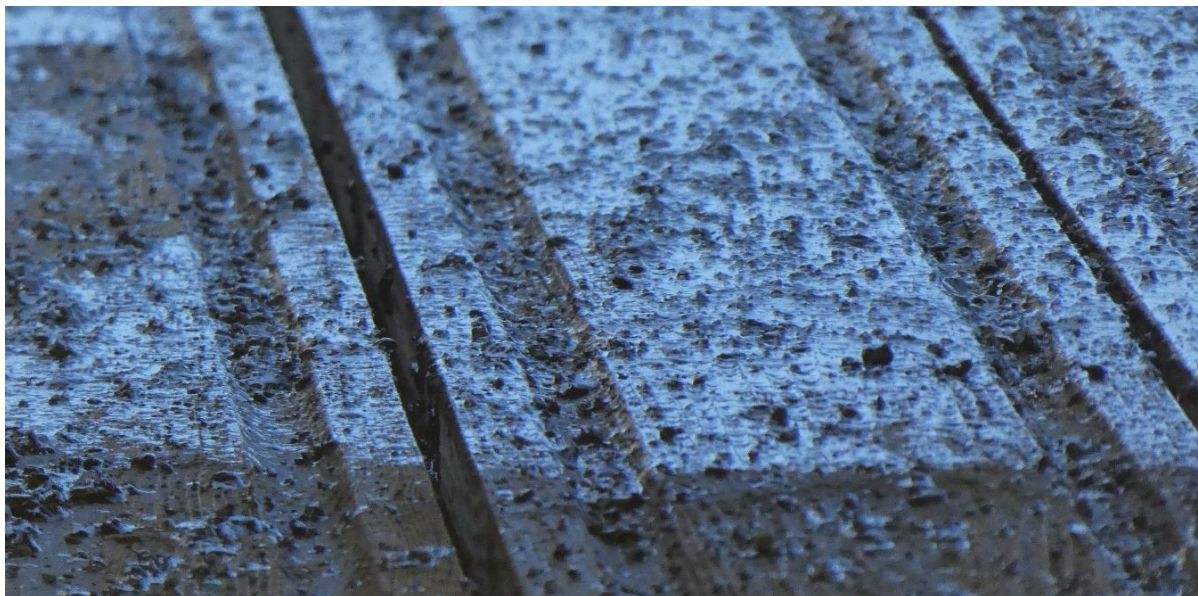
Tjärstrykaren Johan Byh och hans medhjälpare Jakob Nilsson använde sig av såväl skylift som rep och klättersle för att snabbt och effektivt rolla ut tjäran på faltaken

Dagens arbete började med långhusets nordsida. Till detta användes den svarta tjocka handelstjäran. Den värmdes till 70° och blandades först med 4 dl kimrök/liter. Denna blandning blev för seg att rolla ut varför inblandningen av kimrök minskades till 3 dl/liter tjära. Att tjäran byggde ganska tjocka lager utan större avrinning är inte så förvånande då det handlar om en nordsida där temperaturen alltid är lägre. Till långhusets nordsida på 95 m² gick det åt 67 liter tjära eller 0,7 liter/m².



Närbild på tjära förtjockad med kimrök

Nästa takyta var korets nordsida. Här användes den nyligen uppdaterade ljusa handelstjäran som var så svår att förtjocka. Tjäran värmdes endast till 30 grader men gick fint att stryka ut med roller trots det nordliga läget. Nu stannade kolet på taket, endast de allra största kolbitarna ramlade ned. Det är tydligt att det inte skall förekomma större kolbitar än 3 mm. om man skall påföra tjäran med roller. Till korhusets nordsida på 48 m² gick det åt ca. 38 liter eller 0,8 liter/m².



Tjälager med mald kol.

Efter lunch, då temperaturen steg något, och särskilt på sydsidans tak, var det dags att tjära långhusets sydsida. Här användes samma tjärblandning och uppvärmningstemperatur som på nordsidan, vilken ströks på utan större problem. P.g.a. det solvarma taket kom tjäran på i en tunnare film än på nordtaket. På det 95 m² stora taket gick det åt ca. 38 liter eller 0,4 liter /m²

Därefter ströks kortaketets sydsida, även här kom tjära och kol på bra. När solen borrade sina strålar i taket fick vi en något större avrinning än väntat. Också här gick det åt mindre tjära än på nordsidan. 30 liter på 48 m² eller drygt 0,6 liter /m².

Sist ut på dagen var korabsidens tak. Ett ganska brant tak med tornpanel i halvkonsform. Här användes ånyo Ardretjäran med samma blandningsrecept som vid förra strykningen. Nu började det bli kallare varför tjäran värmdes till drygt 40°.



Närbild korabsidens takyta med dalbränd tjära från Ardre, malet kol och sand påkastat i samband med strykningen.

Tjäran ströks utan problem och ytan beströddes sedan med några dl. fin sand. Till taket som rymde ca. 30 m² och som hade både nord och sydsida gick det åt ca. 20 liter tjära eller 0,66 liter /m².

Det klistriga ljudet som uppstod när tjäran rollades ut, var en bra indikator för att tjäran hade rätt viskositet och kommer på i lagom tjocka lager.

5.2.7 Tjärstänk på fasader

Två dagar senare började det regna och blåsa starkt från sydväst med vissa soliga perioder. Vid inspektion av takytorna onsdagen den 9 september, fann vi att en del tjärdröpp från taket blåst på fasad och sockel, som fick rengöras omgående. Bättre hängrännor hade varit på sin plats. Efter ytterligare en vecka hade tjärlagret stabiliserat sig tämligen väl.

Kanske borde vi bygga med tunnare lager flera gånger för att få ned droppet?
Kanske borde vi ha i mer kimirök för att stabilisera tjäran? Men vad händer då med motståndskraften mot solen och vattnets nedbrytande krafter?

5.3 Tjärade kyrktak och ekonomi

5.3.1 Røros kyrka

Røros kyrka byggdes 1780 - 1784. Enligt räkenskapsböckerna från Røros Kobberværk, 1781-1784, användes troligen 13.000 liter tjära till det 1300 m² stora taket. Vilket ger ca: 10 liter /m². Hela kyrkobygget lär ha kostat ca:25 000 riksdaler. Av denna summa gick 10% till inköp av tjära, d.v.s. 2 500 riksdaler. Nu har taket stått i 240 år och endast ett ringa antal takspån har behövts bytas.

Om vi räknar om tjära, kol och arbetskostnad till dagens priser skulle det kunna se ut så här:

Tjära och arbetskostnad	6 656 000
Kol	117 000
<u>Uppskattade underhållsstrykningar</u>	<u>6 656 000</u>
Totalt under 240 år	13 429 000 kr

Utslaget på 240 år blir det en sammantagen årlig kostnad på ca, **55 954** kr inklusive sporadiskt underhåll.



Røros kyrka och detalj på kyrktak, notera de grova kolbitarna.



5.3.2 Jämförelse med gotländska kyrkor

Kyrkan i När ströks 2017 med stiftets nuvarande metod vilket innebär ett lager tjära till en kostnad av 131 625 kr inkl. tjära och moms. Den samlade takyten är 1 285 m². det gick åt 550 liter tjära vilket ger drygt 0,4 liter/ m². Likt de andra kyrkorna på Gotland får När kyrka ett tjärlager ungefär vart 6:e år. I tillägg till detta underhåll måste bräddtaken läggas om vart 30:e år.

Med den metod som används i dag skulle När kyrka, som har ungefär lika stor takyta som Røros, få en samlad kostnad under samma tidsrymd (240 år) på 22 440 300 miljoner.

Tjära och arbete:

$$131\,625 \text{ kr} \times 40 \text{ gånger på } 240 \text{ år} = 5\,265\,000$$

Omläggning av tak (30 år mellan varje omläggning):

$$2\,865\,550 \text{ kr} \times 8 \text{ gånger på } 240 \text{ år} = 22\,924\,400$$

$$\text{Totalt på } 240 \text{ år} = 28\,189\,400 \text{ kr}$$

Kostnad per år: 117 455 kr

5.3.3 Ganthems kyrka

Den samlade takyten för kyrkan är 582 m²

Med stiftets tjärstrykningsmetod som redovisades för När Kyrka blir det:

$$582 \text{ m}^2 \times 102 \text{ kr/m}^2 = 59\,364 \text{ kr. per strykning.}$$

$$\text{Med en strykning vart sjätte år blir det delat på } 240 \text{ år } 59\,364 \text{ kr} \times 40 = 2\,374\,560$$

$$\text{Till det kommer byte av faltaken på } 302 \text{ m}^2 \times 673\,460 \times 8 = 5\,387\,680$$

$$\text{Totalt på } 240 \text{ år} = 7\,762\,240 \text{ kr.}$$

Eller 32 343 kr /år



När kyrka.



Kostnader beräknade på projektets metoder med tjockare tjärlager

I skrivandets stund finns det inte ett färdigt underlag angående totala kostnaden för en grundning och de fyra tjärlager som fullskaletestet omfattar. Utifrån nuvarande prisbild uppskattar vi kostnaden till ca 330 000 kr. Fördelat på 582 m² x 4 blir kvadratmeterpriset 147 kr

Initial tjärning med 4 förtjockade tjärlager:	=	330 000
Underhåll med en strykning vart 6:e år under 240 år 85 550 kr x 40	=	3 422 160
Till detta kommer omläggning av faltak som enligt uppgift från byggfirma ligger på 2 230 kr /m ² . 4 omläggningar på 240 år	=	2 693 840
Totalt på 240 år	=	6 446 000 kr.
		Eller 26 858 kr./ år

Om det behövs en tjärning vart 6:e år är ovisst. Förmodligen skulle en längre underhållscykel på sikt fungera.

Att öka faltakens livslängd är centralt för att få ned kostnaden för underhåll av taken. Här kan tjockare tjärlager bidra till en större hållbarhetsfaktor Vi har räknat på en fördubbling från 30 till 60 års livslängd för faltaken, men det borde inte vara omöjligt att nå en livslängd på 100 år om rätt konstruktion och fortsatt bra material av kärnvirke används. Med stigande tjärpriser blir förstås kostnaderna större, men den proportionerliga skillnaden mellan metoderna torde förbli densamma.

5.4 Möten och nätverkande

5.4.1 Nätverksträffar

Den 20 februari, precis innan coronapandemin slog till, hölls en nätverksträff för vårt lokala tjärnätverk. Ett 20-tal personer deltog på mötet som främst avhandlade resultatet av 2019 års arbeten och en sammanfattande dragning om vad träffarna i Nordic Tar Network handlat om.

Fler träffar och utbildningstillfällen var inplanerade men har på grund av coronapandemin ställts in eller flyttats på framtiden.

5.4.2 Övriga möten

Möten med Samfälligheten Gotlands kyrkor.

Möten på plats i samband med tjärstrykningen av Ganthem kyrka.

6 Slutsats

Arbetets målsättning är att hitta en metod som är genomförbar med de strykningssmetoder som används i dag dvs. rolla eller applicera med spruta, samt ge ökad hållbarhet för kyrktaken till en genomförbar kostnad. Att utveckla bättre metoder för tjärstrykning är viktigt men lika viktigt är att på längre sikt se över takens konstruktion där livslängden för bördning och papp är lika viktiga som kvalitén på falorna. Likaså att eliminera de fuktansamlingar som i dag visar sig menliga för taken, ex. mötet mellan läkt och fala.

I alla sammanhang där träkonstruktioner utsätts för väder och vind är virkeskvalitén avgörande för lång livslängd. För kyrktakens del är tillgången på kärnvirke avgörande.

Metoderna som använts vid tjärningen av Ganthems kyrka är baserade på de erfarenheter projektet tillskansat sig genom arbetet med provtaket. När man skalar upp ytor och kvantiteter blir problemställningarna annorlunda då exempelvis den ökade taklängden och de större kvantiteterna tjära medför en ökad kraft för avrinning. Logistiken kring tjärstrykningen är ett annat område som endast kan utvärderas genom att arbeta i full skala.

Det största problemet i samband med fullskaletestet har varit den tjära som inte ville låta sig förtjockas genom vanlig uppkokning, vilket visar på vikten att verkligen undersöka den tjära man skall arbeta med. Vi har inte lyckats utröna varför den ena tjäran uppfördes sig så. Tjäran i fråga är en ungsbränd furustubbvedstjära tillverkad i Serbien. När vi gjorde vårt koktest var vi ganska styrda av våra tidigare koktester av olika tjäror, och hur de uppförde sig, varför vi endast kokade tjäran tills en förtjockning kunde skönjas. Vi tog för givet att den skulle bli tjockare vid storkok då avsvälningstiden på 200 liter tjära är ganska lång. Att finna tid och temperatur för när tjäran låter sig beckas är en bra utgångspunkt för att hitta koktid och temperatur för att förtjocka tjäran till rörtjära.

Den metod som användes för preparering av tjäran genom storkok i tjärkokare och portionstappning på 20 liters plåtspann fungerade mycket väl. Genom att endast fylla spannen med 15 liter tjära fanns tillräckligt med utrymme för att blanda i kimrök och kol.

Dessa spann underlättade också hanteringen vid strykningstillfället då tjäran med kolinblandning kunde röras upp med färgblandare i skruvdragare. Det skulle underlätta ännu mer om kolet kunde blandas i på plats då kolsatsen är trög att blanda upp när den lagrats en tid. Spannen värmdes med doppvärmare till önskad temperatur och viskositet. Vi har fått erfara hur viktigt det är att inte värma tjäran för mycket. Över 40 – 50 grader vill kolet hellre sätta sig i rollern eller ramla av. Att förtjocka tjäran genom att blanda in mera kimrök fungerade över förväntan, men det återstår att se hur det långsiktiga resultatet blir. De största kolbitarna, upp till 5 mm. var svåra att få på taket, då de antingen rasade ned eller satte sig i rollern. Inför andra strykningen ökades inslaget av kol upp till 3 mm. vilket förbättrade resultatet avsevärt.

Avrinning av tjära är en ständigt återkommande utmaning. Julius Sahlberg, (Kungliga vetenskaps akademien), kommentar ”att kolet lurar tjäran att stanna kvar på taket” var en av anledningarna till att vi valt att arbeta med kol i tjäran. Även den finare kimröken verkar ha denna egenskap. Veckan efter den sista strykningen hade vi en del avrinning, men räknat i procent var det en mycket ringa del som droppade ned.

Vid de kyrkor vi besökt, som nyligen tjärstruktits med inslag av kol, har vi också noterat en viss avrinning. Bättre hängerännor hade dock varit på sin plats för att skydda fasad och sockel.

Sedan urminnes tider har tjära varit det förnämsta träskyddet och så gott som det enda tillgängliga medlet för ytbehandling av trä. På så vis har tjära blivit en del av vår kulturhistoria och är fortfarande betydelsefull för våra kulturbyggnader. Tjärframställning har alltid varit omständligt och har därför alltid varit en dyr produkt.

Att göra en fullständig livscykelanalys och kostnadsjämförelse på olika metoder för tjärstrykning under projekttiden är ej möjligt då det behövs längre tid för att utvärdera livslängden på fullskaletestet. Det är ändå ganska intressant att notera att metoden med tjocka tjärlager som läggs i snabb följd kan bli avsevärt billigare än den metod som nu används med tunna tjärlager som stryks var sjätte år.

Att utgå från exemplet med Røros kyrka är givetvis problematiskt då livscykeln spänner över 240 år, vilket inte passar in i rådande regler för avskrivningar och bokslut. Men att metoden fungerat står däremot utom allt tvivel.

Råvarufrågan för tjärbränning är ett problem som är ökande då skogsbruket strävar efter allt snabbare omloppstider. Att kata skog som skall gallras bort kan vara en del av lösningen. Att skapa fetved tar ganska lång tid om man vill att förhartsningen skall gå långt in i stammen.

7. Framtida forskning

Enligt Visby stift ligger omläggningstiderna för faltaken på ungefär 30 år. Ett kostsamt arbete som kräver byggnadsställningar. Om livslängden för taken kunde förlängas till närmare 100 år så skulle det inte bara ge en bättre ekonomi utan också bidra till en bättre hushållning med den gammelskog som krävs för att leverera dugligt material till kyrktaken.

Här behövs mer forskning på takkonstruktioner, som med traditionen som grund kan klara de påfrestningar som ett fuktigare klimat orsakar.

7 Källor

7.1.1 Intervjuer och samtal

Telefonsamtal och samtal på plats vid Ganthem kyrka med Staffan Claesson, Claessons trätjära AB

Telefonamtal med Ole Jørgen Schreiner, Ansvarlig snickare Norsk folkemuseum, Oslo

Telefonsamtal med Ingmar Kroken, Timmerman vid Heddal stavkirke, Norge

Telefonsamtal och samtal i Røros med Kolbjørn Vegar Os, Byggnadsantikvarie, Røros Museum

7.1.2 Tryckta källor och litteratur

Anvisning att med god vinst tillverka harts, kimmök, tjära, terpentin- och hartsolja. (1864). Helsingfors: Edlund

Borgegård, Lars-Erik (1973). *Tjärbanteringen i Västerbottens län under 1800-talets senare hälft: en studie av produktion och transporter med särskild hänsyn till Ume- och Vindelälvens dalgångar*. Diss. Umeå : Univ., 1973

Egenberg, Inger Marie (2003). *Tarring maintenance of Norwegian medieval stave churches: characterisation of pine tar during kiln-production, experimental coating procedures and weathering*. Diss. (sammanfattning) Göteborg : Univ., 2003

Erlandsson, Theodor (1923). *En döende kultur: bilder ur gammalt gotländskt allmogeliv*. [1], Bilder ur gammalt gotländskt allmogeliv. Visby: Ridelius

Milebrent tyritjäre. *Årbok til Foreningen til norske Fortidsminnemerkers Bevaring* 158, 127-136. Inger Marie Egenberg., 2004.

Felderman, Karin (2002), *Tjära och annan stadhandel från Östergarnslandet*. Haimdagar (1) sid 10-11

Förörenade områden i Gävleborgs län: inventering av branschen, tillverkning av trätjära. (2010). Gävle: Länsstyrelsen Gävleborg

Gadefors, Lars-Ulle (2018). *Norrlands tjärfabrik - ett hundraårsminne*. Från Gutabygd : årsskrift för den gotländska hembygdsrörelsen. 2018, s. 86-95

Håkanson, L.M. - Ahlgren, Arvid *De brinnande ugnarna i Slite*. Slite Cement och Kalk AB 1954

Johansson, Anders R (2000), *Upplysningsrikt om folk, klockrep samt andra kyrkobehov i Hellvi 1651-1735* . Haimdagar (4) sid 16-35

Johansson, Anders R (2005), *Hejde – trassel vid tjärfabriken*. Haimdagar (4) sid 31

Johansson, Anders R (2005), *Kyrkans notiser för år 1614*. Haimdagar (6) sid 16-35

Johansson, Anders R (2016), *Arbete och material för kyrktornsbygge på Näs 1756*. Haimdagar (1-2) sid 8-9

Johansson, Anders R (2016), *Reparationer i Rone*. Haimdagar (3-4) sid 28-29

Karlsson, Ingvar *Såjdebränning bei Kruse*, Göteborg 2012
Översättning till gutamål av Rut och Sune Edberg.

Klason, Peter (1919). *Kolning och torrdestillation av ved och därvid framställbara produkter*. Stockholm:

Klintberg, Mathias (1914). *Spridda drag ur den gotländska allmogens lif*. Stockholm: Cederquists grafiska

Källbom, Arja (2015). *Tjära på trätak: en kunskapssammanställning*. Mariestad: Hantverkslaboratoriet, Göteborgs universitet

Lithberg, Nils (1909), "Sojde" och "Sojdesbränning" på Gotland. *Fataburen*, s 240-245. *Stockholm: Nordiska Museet*

Malmros, Pär (2011). *Tjärstrykning av de gotländska kyrktaken*. Byggnadshyttan på Gotland. 2009/2010, s. 55-60

Melin, Karl Magnus. Ingatorps tiondebod. Tjärning av spåntak enligt recept från 1790 Knadriks kulturbygg AB, Rapport 2017

Olsson, Gunnar (1996 [1957]), *Bränne sojde i Tofta*. Smalfilm överförd till VHS: Landsarkivet i Visby.

Ragnar, Martin (2007). *Berlinerblått i blåklinten: en berättelse om Visby gasverk*. Visby: Gotlands hembygdsförbunds förlag

Reijmers, J L (1868) *Om kolning och tjärfabrikation jemte metoder och maskiner för trädupptagning och stubbrytning*. Stockholm: Hiertas förlag

Sahlberg, Julius. *Om tiärens fästade på hvarjehanda tak*, Ingifwit af Academiens Goda Wän.. (1742). [Stockholm]:

Tjärbränning studiebok (1990). Stockholm: Natur och kultur

Utas, Jan. *Ag, bräder och flis, traditionella takmaterial på Gotland*. Kulturminnesvård 1984;4 sid 12-15

Westman, Fredrik (1982). Tjärbränning. Stockholm: LT

Utas Jan (1984), *Ag, bräder och flis. Kulturminnesvård (4), s 12-15*.

Wallin, Georg (1972[1747]). *Gotbländske samlingar: Collections for the history of Gotland*. Stockholm: Rediviva

7.1.3 Otryckta källor

Bränne, Jon (2016). "Trätjära. Kyrkoräkenskaper och litteratur. Egna erfarenheter med bruk." Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Anga kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, specialräkenskaper (1802-1956)*. Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23011/L I b.

Bro kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, specialräkenskaper (1639-1824)*. Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23017/L I b

Bro kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, huvudräkenskaper (1766)*. Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23068/L I a

Eke kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, huvudräkenskaper (1768-1773)*. Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23023/L I a

Hejdeby kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, specialräkenskaper* (1801-1947). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23044/L I b

Andreas Hennius *Vikingatidens svarta guld*, seminarium Nordic Tar Network Tønsberg 2018

Klingvall Harry. *Tjärbränningar i Herrvik* – lista sammanställd av Harry över bränningar från 1975-1981 samt vilka mängder varje bränning gav. Materialet förvaras hos sonen Fred Klingvall.

Larsson. M mfl, (2003) *Norrlands Tjärfabrik Petsarve 1:5- en byggnadsundersökning, uppmätning och åtgärdsförslag för Gotlands sista tjärfabrik*. Högskolan på Gotland.

Martebo kyrkoarkiv. *Huvudräkenskaper för kyrkan* (1587-1619). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23061/L I a

Martebo kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, specialräkenskaper* (1801-1835). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23061/L I b

Nilsson, Torvald *Tunnan - containerns föregångare*, Kulturens årsskrift 1987

Näs kyrkoarkiv. *Huvudräkenskaper* (1727 – 1778) Landsarkivet i Visby
Referenskod: [SE/ViLA/23042/N/1/](#) L I a

Rone kyrkoarkiv. *Huvudräkenskaper* (1737 – 17699) Landsarkivet i Visby
Referenskod: SE/ViLA/23068/ L I a

Nyberg, "Gotlands trä tjära" *av bättre beskaffenhet och att föredrags framför annan i handel förekommande?*
Sammanställning av fördrag. Nyberg träoljeindustri Visby 1919.

Os, Kolbjørn Vegar (2016). *Bergstaden Ziir – Røros kirke*. Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Pihkala, Antti (2016). *Nya sätt att tjära spåntak – erfarenheter från Finland*. Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Ranerås, Elin, (2013). *Småskalig tjärbränning - konsekvenser för landskapet, exemplet Ardre*. Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i Kulturvård, Landskapsvårdens hantverk 15 hp
Institutionen för kulturvård Göteborgs universitet

Seminarium om tjära - sammanfattning och referat (2016). Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala. Hantverkslaboratoriet.

Stornes, Jan Michael (2016). *Testing av tjære kvalitet mm*. Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Stornes, Jan Michael (2016). *Erfaringer fra tjærebrenning av stavkirken de senere år*. Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Stornes, Jan Michael (2016). *Fremstilling av tretære - Sammenstilling av metoder fra ulike skriftlige kilder*. Seminarium tjära, 21-22 januari 2016 Uppsala.

Visby domkyrkoförsamlings kyrkoarkiv. *Huvudräkenskaper* (1599-1693). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23085/L I a

Visby domkyrkoförsamlings kyrkoarkiv. *Specialräkenskaper* (1801-1874). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23085/L I b

Väske kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, specialräkenskaper* (1638-1890). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23088/L I b

Väske kyrkoarkiv. *Räkenskaper för kyrkan, verifierationer* (1776-1832). Landsarkivet i Visby, referenskod: SE/ViLA/23088/L I c

7.1.4 Digitala källor

Ahlby, Mats (2013). *Sojdesbränning vid Kruse i Spröge 2013*. Publicerad på youtube 2015. Tillgänglig på internet: <https://www.youtube.com/watch?v=l8a4w6mOt6Y>

Bodell Johan (2015). *Skogens kol*. Tillgänglig på internet: <https://vimeo.com/143511349>

Furu, Heimer (2013-12-02). *Tjärbränning genom tiderna*. <http://www.loffe.net/terj-mainmenu-45/3651-tjaerbraenning-genom-tiderna-beckbraenning>

Egenberg, Inger Marie mfl (2002). *Characterisation of traditionally kiln produced pine tar by gas chromatography-mass spectrometry*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Volume 62, Issue 1, January 2002, Pages 143-155. Tillgänglig på internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165237001001127>

Egenberg, Inger Marie mfl (2003). *Characterisation of naturally and artificially weathered pine tar coatings by visual assessment and gas chromatography-mass spectrometry*. Journal of Cultural Heritage. Volume 4, Issue 3, July 2003, Pages 221-241. Tillgänglig på internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207403000487>

Egenberg, Inger Marie mfl (2003). *Milebrent tyritjære - Tekniske egenskaper og et historisk korrekt vedlikehold*. Tillgänglig på internet: http://www.academia.edu/1470486/Milebrent_tyritj%C3%A6re._Tekniske_egenskaper_og_et_historisk_korrekt_vedlikehold

Engström, Fred (1986). *Tjärbränning i Herrvik 24-25 juli 1986 hos Harry Klingvall*. Tillgänglig på internet: <https://www.youtube.com/watch?v=FyBXBO6Ggyw>

Envigas (2019), Tillgänglig på internet: <https://www.envigas.com/>

Falkenhaus, Frode & Malmros, Pär (2017). *Tjära på Gotland - om appliceringsmetoder och framställning av tjära på Gotland*

Dnr. 2018 – 203 Gotlands Museum www.gotlandsmuseum.se/tjara-pa-gotland

Falkenhaus, Frode & Malmros, Pär (2018). *Metoder för bränning och smörjning av tjära - Om appliceringsmetoder och framställning av tjära på Gotland. Delrapport 1.*

Dnr: 2018 – 203 Gotlands Museum www.gotlandsmuseum.se/tjara-pa-gotland

Falkenhaus, Frode & Malmros, Pär (2019). *Metoder för bränning och smörjning av tjära - Om appliceringsmetoder och framställning av tjära på Gotland. Delrapport 2.*

Dnr: 2018 – 203 Gotlands Museum www.gotlandsmuseum.se/tjara-pa-gotland

Materialguiden [Elektronisk resurs]. (2013). Stockholm: Riksantikvarieämbetet

NIKU oppdragsrapport 105/2012 a-286 tjærebreingen av Borgund stavkirke vinterhalvåret 2011-2012, Fremgangsmåte og erfaringer ved tjærebreingen av Borgund stavkirke, Lærdal kommune, Sogn og Fjordane fylke. *Jan Michael Stornes, NIKU Harry Bjørkum*

Overflatebehandling: Produksjon av tjære, Riksantikvarens informasjon om kulturminner.. (2004). Oslo: Riksantikvaren. Tillgänglig på internet:

<http://www.ra.no/?module=Webshop;action=Product.publicOpen;id=83;template=webshop>

Trätjära: Bedömning av kvalitet: Vårda väl [Elektronisk resurs]. (2016). Riksantikvarieämbetet.

Tillgänglig på Internet: <http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/9293>

Trätjära: Framställning, kvalitetskillnader och egenskaper: Vårda väl [Elektronisk resurs]. (2016).

Riksantikvarieämbetet. Tillgänglig på Internet: <http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/9292>