

Sluttrapport tømmerstipendiat i takrytterprosjektet.

Av Åsmund Stormoen.



Bilde 1 Takrytteren i Borgund.

Innhold

Sammendrag	3
Innledning	3
Verktøy	11
Dokumentasjon	19
Arbeidsforsøk	20
Tilvirkning av emner	27
Takrytteren	38
Midtre høyde	59
Øvre høyde	63
Tjære	70
Aktiviteter i stipendiatet	72
Kunnskapsoverføring	73
Analyse og drøfting	75
Resultat	81
Videre undersøkelse	82
Referanser	83
Tegninger	84
Vedlegg	87

Sammendrag

Takrytterprosjektet er et treårig stipendiatprosjekt ved Norsk håndverksinstitutt, med kunnskapsoverføring innen stavkirkehåndverket som hovedmål. Gjennom prosjektet har jeg arbeidet tett sammen med Hans Marumsrud og bygd en kopi av takrytteren på Borgund stavkirke med tidsriktige verktøy og arbeidsmåter.

Det praktiske arbeidet har gitt erfaring med blant annet materialvalg, tilvirkning av bygningsdeler, sammenføyninger og verktøybruk. Sammen med befaringer i stavkirkene og studier av dokumentasjon har dette gitt meg en større forståelse av hvordan stavkirkene er bygd, og av sporene etter håndverkerne som bygde dem.

Det fysiske resultatet av prosjektet er takrytteren, men det viktigste resultatet er kunnskapen og erfaringene jeg har fått gjennom arbeidet med Hans. Samtidig har prosjektet gjort det tydelig hvor mye det fortsatt er å lære. Skal kunnskapen om stavkirkehåndverket holdes levende, må den ikke bare dokumenteres, men også brukes og videreføres gjennom praktisk arbeid.

Innledning

I middelalderen anslås det at det sto mellom 1000 og 2000 stavkirker i Norge¹. Etter hvert som befolkningen økte, og mange av stavkirkene var dårlig vedlikeholdt, ble de fleste revet og erstattet av nyere og større kirker. I dag står det igjen 28 stavkirker, hvorav flere ~~av de~~ er ombygd, og/eller utvidet.

Med stavkirkene som ble revet, gikk også mye av kunnskapen om hvordan stavkirkene ble oppført og vedlikeholdt tapt. Store deler av håndverkskunnskapen knyttet til stavkirkene var erfaringsbasert, og ble overført gjennom praktisk arbeid. Å komme på sporet av, og dokumentere denne kunnskapen er viktig for vedlikeholdet og restaureringen av stavkirkene i fremtiden. Takrytterprosjektet er et kunnskapsoverføringsprosjekt, og omhandler overføringen av håndverkskunnskapen fra Hans Marumsrud, undersøkelser av eksisterende stavkirker og byggingen av en kopi av takrytteren i Borgund stavkirke. Det viktigste resultatet av prosjektet er hva jeg lærer av Hans Marumsrud, og det vi kan "lese" ut av stavkirkene vi har besøkt. Selve takrytteren er dermed nærmest et biprodukt av stipendiatprosjektet.

¹ Storsletten, O., & Sakuma, Y. (1993). *En arv i tre: de norske stavkirkene*. Aschehoug. s. 17

Tradisjonelt håndverk består i stor grad av erfaringsbasert og taus kunnskap som er vanskelig å formidle gjennom skriftlige beskrivelser. For å kunne diskutere og formidle håndverket faglig, kreves en felles forståelse av håndverkets begreper og arbeidsmåter. Stavkirketerminologien inneholder en rekke særuttrykk som ikke brukes i det daglige. Et eksempel er stavlegje, som beskriver godt hva det er i en stavkirke, men i "vanlig" terminologi ville en kanskje brukt toppsvill isteden.

Denne rapporten undersøker hvordan kunnskap om stavkirkehåndverk kan tilegnes gjennom praktisk arbeid, studier av eksisterende stavkirker og veiledning fra en erfaren håndverker.

Deltagere

Hans Marumrud: (heretter Hans)-Tradisjonsbærer for stavkirke- og middelalderhåndverk. Han har deltatt i middelalderprosjektet (1991–1999), og stavkirkeprogrammet (2001–2015) til Riksantikvaren (RA), han har i tillegg jobbet med dokumentasjon av stavkirken for RA etter dette. Marumrud var en av de første håndverksstipendiatene ved Norsk håndverksinstitutt i 1995–1998. Prosjektet fokuserte på lafteteknikker, verktøy og trevirke fra før 1350.

Jon Anders Fløistad: Treskjærer med mastergrad i industrideSIGN ved Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo, og er tilknyttet Treskjærerverkstedet AS på Fornebu. Fløistads arbeid er et separat stipendiatprosjekt som vil resultere i en egen rapport, og omtales derfor ikke i denne rapporten.

Åsmund Stormoen: Tradisjonshåndverker med 15 års erfaring med lafting og restaurering. Stipendiat siden 2023. Har bachelorgrad i tradisjonelt bygghåndverk fra NTNU.

Problemstilling

Å formulere en konkret problemstilling til dette prosjektet er utfordrende. Ikke fordi det ikke har vært mange spørsmål underveis, men fordi rapporten skal beskrive et praktisk arbeid, hvor nye spørsmål oppstår kontinuerlig og glir over i hverandre.

Hovedproblemstillingen i prosjektet kan formuleres som: Hvordan kan praktisk arbeid, studier av eksisterende stavkirker og kunnskapsoverføring fra en tradisjonsbærer bidra til å utvikle forståelsen av stavkirkehåndverket?

Siden mange av spørsmålene oppstår underveis i arbeidet og glir over i hverandre, har det vært vanskelig å formulere spørsmålene fullt ut som tydelige, skriftlige problemstillinger.

Noen eksempler på problemstillinger underveis er:

- Er den eksisterende dokumentasjonen tilstrekkelig til å rekonstruere takrytteren, eller må den suppleres med kunnskap eller løsninger fra andre stavkirker?
- Hvorfor er noen av de sulagte taktribordene lagt med margen ut og andre med margen inn?
- Hvorfor ble det lagt takspån på Borgund stavkirke etter relativ kort tid?
- Er mønstråsen felt ned i sperrene med en hals, eller hviler den på en plan flate?
- Hvordan skal en gå frem for å merke, og hogge spirstanga?

Flere av disse spørsmålene behandles i rapporten uten å være formulert som egne problemstillinger, de har likevel vært sentrale for arbeidsprosessen.

Avgrensing

Innenfor prosjektperioden har det vært nødvendig å gjøre noen prioriteringer. Hovedfokuset i stipendiatprosjektet ble derfor etter hvert lagt på byggingen av takrytteren. Dette har medført at den mer teoretiske delen av kunnskapsoverføringen, samt tid til befaringer og undersøkelser i stavkirkene, har fått mindre plass enn ønsket, og opprinnelig planlagt.

Det er også en del naturlige avgrensninger i prosjektet som følge av kirkenes fredningsstatus, dette gir tydelige retningslinjer på hva som kan demonteres, og avdekkes i stavkirkene. Det er ikke mulig å komme til inne i de fleste sammenføyningene i stavkirkene, og dermed heller ikke få en full oversikt over hvordan disse er merket, formet eller utført. De sammenføyningene som er tilgjengelige under befaringene, gir likevel verdifull kunnskap og en kan danne seg et inntrykk av håndverkernes arbeidsmetoder, og forståelse av konstruksjonen. Det gir ikke et fullstendig bilde, men gir et innblikk i hvordan håndverkeren på 1100-tallet kan ha jobbet.

Takrytteren vil ikke være fullført innen stipendiattiden, og det praktiske arbeidet vil fortsette etter at rapporten er ferdig skrevet. Det gjenstår pr. i dag vindskier på nederste høyde, noe taktrib og mønekjøler på den midtre og øverste høyden.

Ord og uttrykk

Rapporten benytter en del faguttrykk som er særegne for stavkirkehåndverket, samt begreper som beskriver materialeegenskaper og materialkvalitet. Der det finnes etablert terminologi, er betegnelsene brukt i tråd med Håkon Christies² beskrivelser og skisser. Enkelte begreper er forklart nærmere under, se ellers Håkon Christies skisser på de neste sidene.

Utrivninger ved kløyving av stokker: Dersom fibre i stokken er vridd og emnet kløyves rett mot marginen, kan sterke vedfibre i den ene halvkløyvingen rive ut store fliser i den andre. Dette fører til at det kan bli store flenger i en eller begge halvkløyvingene, og disse må hogges bort før emnet kan benyttes. Store utrivninger kan føre til at emnet ikke blir brukbart til for eksempel taktro. I Borgund stavkirke finnes det veggtiler som fortsatt har slike utrivninger bevart på innsiden.



Bilde 2 Utrivning underveis i kløyvingen. Veden som går fra den ene kløyvingen og over i den andre, markert med rød strek.

Margsprekk (vindsmell, margsplint): Margsprekken er en markert radiær sprekk som går fra marginen og ut mot yteveden. Det varierer hvor markert, og hvor langt opp i stammen sprekkens strekker seg. Retningen på sprekkene i rot- og toppenden brukes til å vurdere hvor mye emnet er vridd. Ved kløyving må vridningen fordeles slik at begge halvkløyvingene kan utnyttes best mulig.

Tilespor: Også benevnt som notspor eller grøyp. Tilesporet er et hogd spor i svill, stav og stavlegje, som endene av tilene er satt inn i for å låse tilene på plass i veggen.

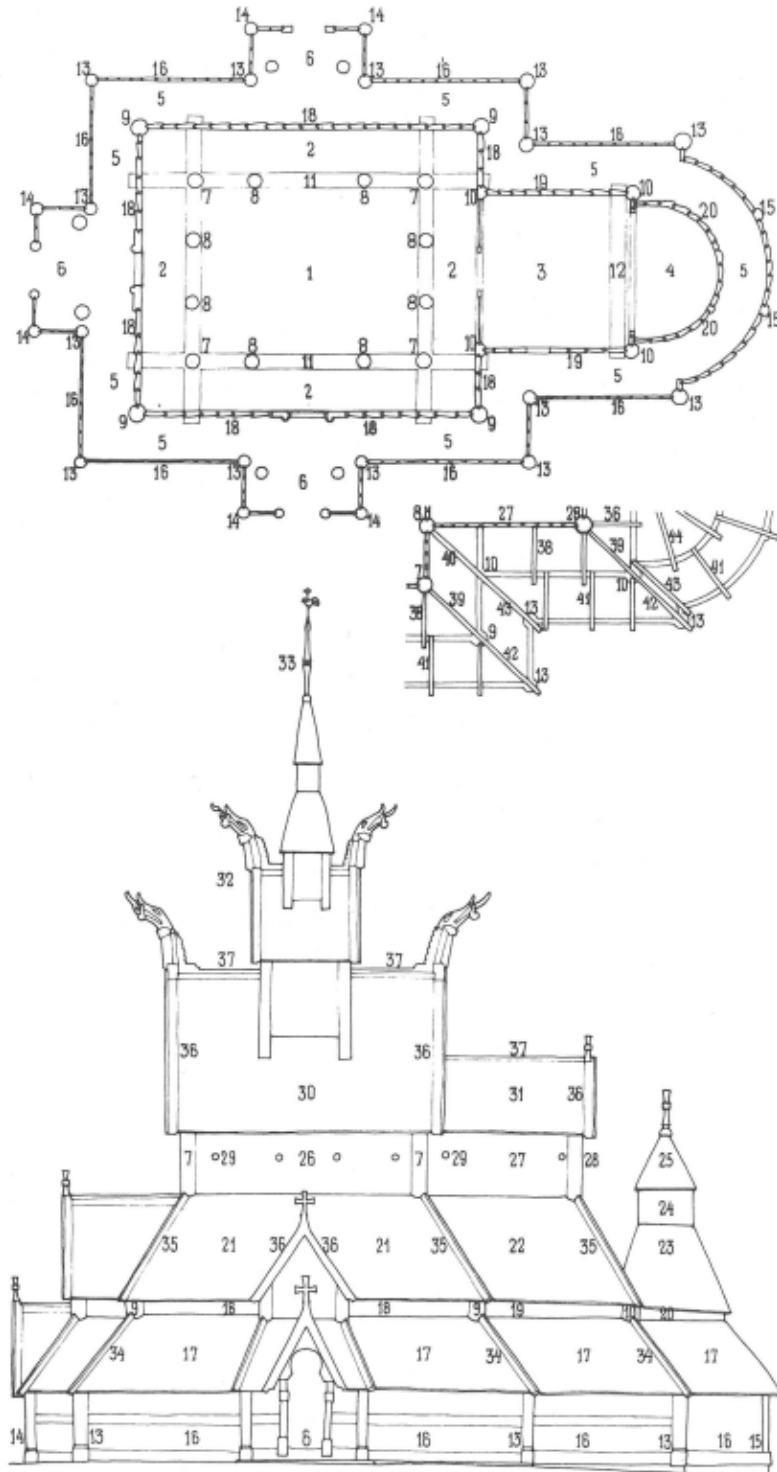


Bilde 3 Margsprekk.

² Christie, H. (1974). *Middelalderen bygger i tre*. Universitetsforlaget. s. 68–69.

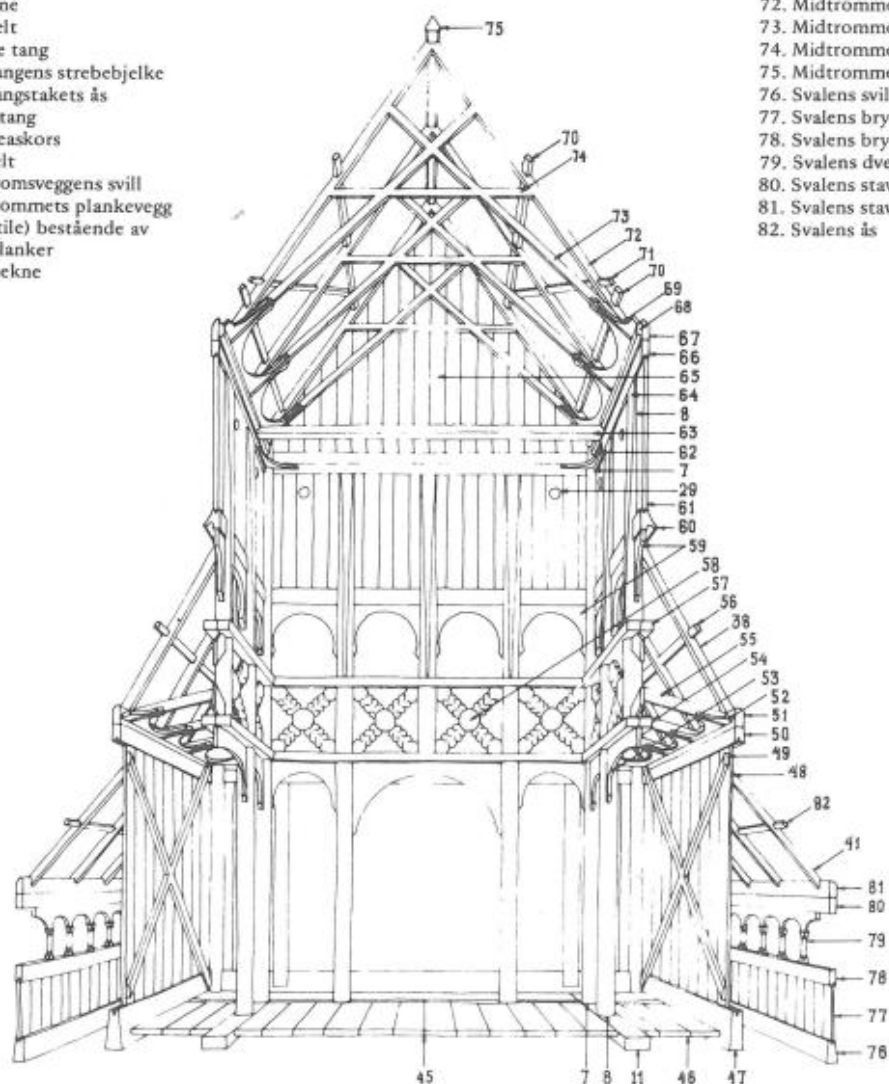
Type II Borgund

1. Skipets midtrom
2. Skipets omgang
3. Kor
4. Apsis
5. Svalgang
6. Våpenhus
7. Skipets midtroms hjørnestav
8. Skipets midtroms mellomstav
9. Skipets omgangs hjørnestav
10. Korets hjørnestav
11. Skipets grunnstokk
12. Korets grunnstokk
13. Svalgangens hjørnestav
14. Våpenhusets hjørnestav
15. Apsissvalens mellomstav
16. Svalgangens vegg
17. Svalgangens tak
18. Skipets omgangs vegg
19. Korets omgangs vegg
20. Apsidens vegg
21. Skipets omgangs tak
22. Korets omgangs tak
23. Apsidens tak
24. Apsistårnets vegg
25. Apsistårnets hette
26. Skipets midtroms vegg
27. Korets midtroms vegg
28. Korets midtroms hjørnestav
29. Glugge
30. Skipets midtroms tak
31. Korets midtroms tak
32. Takrytter
33. Spir
34. Svaltakets hjørnekjøl (gratkjøl)
35. Omgangstakets hjørnekjøl (gratkjøl)
36. Vindski/dekkbord
37. Mønekjøl (huv, bust, mønekam)
38. Omgangens sperre
39. Omgangens hjørnesperre (gratsperre)
40. Omgangens krokspærre (kilsperre)
41. Svalgangens sperre
42. Svalgangens hjørnesperre (gratsperre)
43. Svalgangens krokspærre (kilsperre)
44. Apsidens sperre



45. Midtrommets plankegulv (gulvtile) bestående av gulvplanker
46. Omgangens plankegulv (gulvtile) bestående av gulvplanker
47. Omgangens veggsvill
48. Omgangens plankevegg (veggtile) bestående av veggplanker
49. Omgangsveggens skråbånd (skråstiver)
50. Omgangens stavlegjes underligger
51. Omgangens stavlegjes overligger
52. Buekne
53. Buefelt
54. Nedre tang
55. Omgangens strebebjelke
56. Omgangstakets ås
57. Øvre tang
58. Andreaskors
59. Buefelt
60. Midtromsveggenes svill
61. Midtrommets plankevegg (veggtile) bestående av veggplanker
62. Hjørnekne

63. Midtrommets bete (slind)
64. Midtromsstavens avblanding
65. Midtromsgavlens plankevegg (veggtile) bestående av veggplanker
66. Midtrommets stavlegjes underligger
67. Midtrommets stavlegjes overligger
68. Midtrommets sperrestøtte (raftestokk)
69. Buekne
70. Midtrommets ås (sideås)
71. Takflatens skråbånd (skråstiver)
72. Midtrommets sperre
73. Midtrommets saksesperre
74. Midtrommets hanebjelke
75. Midtrommets mønsås
76. Svalens svill
77. Svalens brystningsvegg
78. Svalens brystningsbjelke
79. Svalens dvergarkader
80. Svalens stavlegjes underligger
81. Svalens stavlegjes overligger
82. Svalens ås



Bilde 5 Stavkirketerminologi. Tegning Håkon Christie

Bakgrunn og kunnskapsbehov

Takrytterprosjektet er en stipendiatoppgave, men samtidig et håndverksforskningsprosjekt. Det er Norsk håndverksinstitutt, med økonomisk bidrag fra Riksantikvaren, som står bak prosjektet. Prosjektet handler først og fremst om å overføre håndverkskunnskapen Hans har opparbeidet seg gjennom over 30 års arbeid med middelalderbygninger og stavkirker. Gjennom dette prosjektet sørger Hans for at en del av denne kunnskapen videreføres til kommende håndverkere. Prosjektet kan derfor først og fremst beskrives som et kunnskapsoverføringsprosjekt.

Da jeg startet som stipendiat, var mine kunnskaper om stavkirker begrenset. Jeg hadde besøkt mange av kirkene og forsto de grunnleggende konstruksjonsprinsippene, men hadde ingen spesialisert kunnskap om stavkirkehåndverket. Gjennom prosjektet har jeg fått inngående erfaring med både konstruksjonene og tilvirkningen av de enkelte bygningsdelene, samt omfattende trening i blant annet spretteljing og hogging. Men som med mye annet, jo mer en lærer, jo mer innser en også at det er svært mye igjen å oppdage og dokumentere.

Jo mer jeg har jobbet med stavkirker, jo flere nyanser og detaljer dukker opp. Hver gang jeg går inn i en stavkirke oppdager jeg nye ting. Det har vært viktig og lærerikt å jobbe med stavkirkehåndverket i tre år, noe som har gitt meg tid til å vokse med kunnskapen. I starten var det nesten overveldende å skulle forstå håndverket bak, konstruksjonen, analysere detaljer og verktøyspor for å nevne noe. Men nettopp på grunn av tiden vi har hatt tilgjengelig har det vært mulig å ta ting i porsjoner. Det dukker stadig opp spørsmål mens vi jobber, og det å notere ned disse spørsmålene for så å undersøke dette på befaring er svært nyttig.

Det er gjort lite systematisk forskning og dokumentasjon av stavkirkene med utgangspunkt i håndverkerens perspektiv. Kristen Aamodt og Hans Marumrud har bidratt med dokumentasjon av bygningsdeler, sammenføyninger, dimensjoner, tilvirkning og materialkvalitet i stavkirkene³. Det er også skrevet noen bacheloroppgaver om ulike temaer, blant annet Henrik Jenssen (2019) – *Å len stavkirke; en gjenoppdagelse gjennom handverket – å lage en middelalderportal*, og Thor Larssen (2019) – *Veggtiler, rekonstruksjon av produksjonsmåte med utgangspunkt i Haltdalen stavkirke*.

³ Marumrud, H., & Aamodt, K. (2002). *Nore og Uvdal stavkirker: tømmerkvaliteter og materialfremstilling*. Rapporten er upublisert, men er å finne i arkivet til Riksantikvaren.

De ulike fagområdene ser og fokuserer på forskjellige områder i en stavkirke. Det er dermed viktig at håndverkere får fortsette å komme inn og studere sammenføyninger, materialer, verktøyspor og arbeidsmetoder, slik at konstruksjonen også blir analysert med håndverkerens blikk og forståelse. Det skal sies at vi har fått tilnærmet full tilgang fra både Riksantikvaren, Fortidsminneforeningen og de lokale menighetsråd som forvalter stavkirkene.

Arbeidsmetode

Prosjektet har bestått av en teoretisk del, befaringer i stavkirkene, og et omfattende praktisk arbeid. Det er naturlig at disse metodene flyter over i hverandre. Erfaringene fra byggingen av takrytteren fører til nye spørsmål under befaringene i stavkirkene, som igjen gir nye vurderinger og løsninger i det praktiske arbeidet. En viss praktisk erfaring er nødvendig for å forstå og tolke sporene en ser i en stavkirke.

Teori

Den teoretiske delen har bestått av å gå gjennom en del av dokumentasjonen Hans har samlet og utarbeidet gjennom mange år, se på bilder fra stavkirkene, og diskutere løsninger og problemstillinger. Jeg har også brukt en del tid på å forstå oppbyggingen, sammensetningen og samspillet mellom delene i stavkirkekonstruksjonen. Et viktig element har vært å finne og reflektere over verktøysporene vi observerer i stavkirkene. Disse kan fortelle mye om arbeidsprosessene og metodene datidens håndverkere brukte.

Dokumentasjon av vårt eget arbeid har også vært en viktig del av prosjektet. Det er mange små og store detaljer, tanker og erfaringer som må skrives ned underveis og utdypes. Den løpende dokumentasjonen danner grunnlaget for denne rapporten.

Det har også blitt bygd opp et omfattende bildearkiv både fra befaringene i stavkirkene og fra byggingen av takrytteren. Bildene er sortert og lagret i et mappesystem. Det har vist seg spesielt viktig å ha mange bilder fra stavkirkene. Det er viktig å ta gode detaljbilder, men gode oversiktsbilder kan også gi mye informasjon. Vi har flere ganger i prosjektet hatt god nytte av både Hans sitt og mitt eget bildearkiv. Bildene har gjort det mulig å gå tilbake og undersøke detaljer etter en befaring, eller se på dokumentasjon fra tidligere istandsettelser, når nye spørsmål har dukket opp gjennom det praktiske arbeidet.

Befaringer

Noe av det første vi gjorde i stipendiatperioden var å dra på to befaringsturer til stavkirkene i Valdres/Hallingdal, og Telemark/Vestlandet/Gudbrandsdalen. Disse turene ble gjennomført for å gi et innblikk i stavkirkehåndverket, og ga samtidig en god innføring i blant annet konstruksjonen, sammenføyingene, og håndverket som er brukt. Det har seinere i prosjektet vært flere befaringer i forskjellige stavkirker, med nye oppdagelser hver gang.

Ved befaringene har vi studert konstruksjonene, og diskutert forskjeller mellom de ulike kirkene, det ble også gjort oppmålinger av for eksempel bygningsdeler og romstørrelser. Vi har også undersøkt skeivheter og setninger i konstruksjonene. Det ble også studert verktøyspor, og diskutert hva disse kan fortelle oss, og om vi finner materialer som er gjenbrukt. At konstruksjonene ikke kan demonteres fullt ut, gjør tolkning av synlige spor og praktisk håndverksforståelse til en sentral arbeidsmetode i prosjektet.

Praktisk

Den praktiske delen har hovedsakelig bestått av byggingen av takrytteren. Takrytteren er et godt stipendiatprosjekt, med mange temaer fra stavkirkehåndverket komprimert i en liten bygning. Målet med prosjektet er ikke å lage en millimeterkopi av den originale takrytteren, men å forstå metodene og prinsippene som ligger til grunn for konstruksjonen og håndverket. Vi har jobbet med de samme teknikkene, verktøyene og metodene som ble brukt da stavkirkene ble bygd. I den nedre etasjen har mye av materialet blitt hogd ned fra rundstokk til ferdig dimensjon.

Som en del av stipendiatperioden har jeg gjennomført en praktisk og teoretisk bacheloroppgave i tradisjonelt bygghåndverk ved NTNU. Oppgava kan leses [her](#).

Verktøy

I starten av stipendiatet brukte jeg mye tid på å finne frem til blant annet øksemodeller vi ønsket å bruke i prosjektet. Verktøyene ble smidd av smedene Pål Lien og Lennart Hoffmann etter modeller fra arkeologiske funn og verktøyspor i stavkirkene. Verktøyene som ble bestilt var økser, skavlstål, pjål, grøypjern, stikkøks, profils kavler, tappejern, sotsnor, kraftige tappjern, skjebor, skrap/passar og rissenål.

Øks

Til prosjektet har det blitt smidd en del økser med utgangspunkt i arkeologiske funn rundt om i Norge.

"Grunnpakka" består av en lett, en middels og en tung spretteljingsøks, en felleøks og en enhåndsøks. Hensikten med å smi spretteljingsøkser med ulik vekt var å undersøke hvordan vekten påvirket arbeidet i praksis. Hvilken øks som passer best er svært individuelt, og derfor valgte vi å få smidd spretteljingsøkser med forskjellig vekt.

Den lette spretteljingsøkse på rundt 900 gram ble for lett til spretteljing, og ble slipt om til bruk i sammenføyninger isteden. Den tunge økse på rundt 1600 gram fungerte svært godt til å hogge bort klamper, men ble for tung til spretteljing og ga stor belastning på armene. For min del passer en middels tung øks på omtrent 1200 gram godt til spretteljing. Felleøkse veier omtrent 1800 gram, mens enhåndsøkse veier rundt 700 gram.



Bilde 6 Øksene jeg har brukt i takrytterprosjektet.

Skaftlengde

Skaftlengde har stor betydning når en skal hogge mye. I stavkirkene er det brukt en del store dimensjoner, og da er det en fordel med langt skaft. Det gjør det mulig å hogge ned mot midten av stokken uten å slå knokene i kanten. Det er også en fordel med langt skaft når klampene skal hogges av før spretteljing, fordi den lengre momentarmen gir større kraft. Det er funnet økser med skaft i Norge fra vikingtiden og middelalderen. I Osebergfunnet er det blant annet to økser med skaftlengde 78cm⁴. Det er også funnet en øks i Vorms med skaftlengde 111 cm⁵, dette kan være en våpenøks.

⁴ Høgseth. (2007). *Håndverkerens redskapskasse: En undersøkelse av kunnskapsutøvelse i lys av arkeologisk bygningstømmer fra 1000-tallet*. In: Det historisk-filosofiske fakultet. S. 93

⁵ A. Liestøl, «Øks», i *Kulturhistorisk leksikon for nordisk middelalder: fra vikingetid til reformationstid*, red. G. Rona & F. Hødnebo (København: Rosenkilde og Bagger, 1976), bd. 20, s. 655.

Roald Renmælmo⁶ fant en øks med originalskaft på Nordlandsmuseet som han fikk smidd kopier av og brukte i restaureringa av taket på kirka i Gildeskål.

Med et langt skaft kan en støtte bakerste arm langs hofta mens en hogger. Dette gir god støtte og jevnere hogging. Jeg merket stor forskjell under teljinga. Med et langt skaft trengte jeg ikke bruke like mye kraft i hvert hogg som med et kortere skaft. Spretteljingsøksa ble skjeftet med skaftlengde på 78cm, og med en liten vulst nederst som jeg holder rundt med bakerste hånd. Dette var uvant i starten. Jeg holdt ikke rundt vulsten, men hvilte hånda mot den. Etter at jeg begynte å holde rundt vulsten, ble hoggesporene jevnere og ryddigere. Det virker som om øksa blir lettere å styre, og at innslagsvinkelen blir mer lik fra hogg til hogg.

Jeg tror ikke at håndverkerne i middelalderen bare hadde lange eller korte skaft, men valgte øks og skaftlengde ut fra arbeidsoppgaven. Om de har hatt flere skaft til samme øksehode, som kunne byttes etter arbeidsoppgave, vet vi ikke. Skal en telje en svill med bredde på 60 cm så er langt skaft det opplagte valget, mens skal en hogge spon, er det særdeles unyttig og ubehagelig å hogge med et langt skaft. Håndverkerne på den tiden har trolig også hatt sine egne preferanser. Men sannsynligvis var det arbeidsoppgaven som avgjorde.

Jeg merker også at tempoet i hoggingen blir høyere med kort skaft, men opplever samtidig at arbeidsstillingen blir dårligere og den totale belastningen på armene større. Det kortere skaftet gir mindre moment, og jeg må derfor legge mer kraft i hvert hogg for å oppnå samme resultat. Samtidig øker antallet hogg. For min del blir hoggesporene mer ujevne med kort skaft.

Egg-geometri

Geometrien på økseeggen har stor betydning, og små endringer i sliping gir stor forskjell på hvordan øksa oppfører seg i trevirket, hvordan den er å jobbe med, og hvordan overflaten på emnet blir. Det finnes mange måter å slipe øksa på, men jeg har fått best resultater med en slipefas på 34° grader og en markert buttere fas ytterst på 50°. Denne ytterste fasen er den som lager innslagsmerket i emnet, på den øksa jeg foretrekker er den ytterste fasen rundt 2 mm bred. Overgangen mellom de to fasene blir brytningspunktet der øksa begynner å søke utover. Jo større den ytterste fasen er, desto kraftigere blir innslaget.

⁶ Roald Renmælmo, "Smiing av ryarøks frå 1600-talet," *Smednytt* nr 1. 2006

I Russland har håndverkere prøvd seg frem med å slipe øksene med volslip (innhul sliping)⁷.

Eggvinkelen er svært butt, og brytekanten blir da helt i bakkant av eggfasen og søker utover på grunn av den bratte slipefasen.

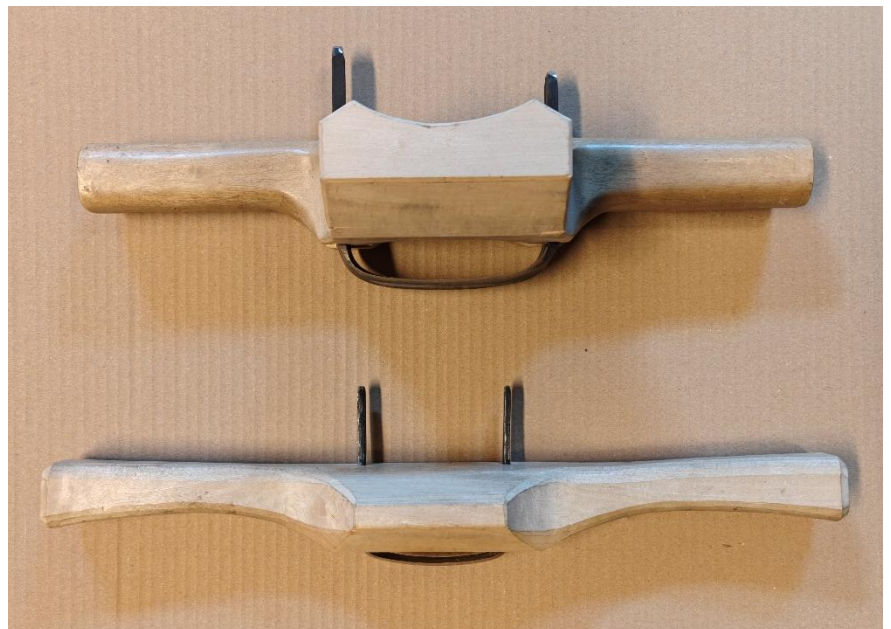
I Georgia er det en levende tradisjon for spretteljing med lange skaft. Her er øksene smidd som en kile, med en kort, rett slipefas på tuppen. Tradisjonsbærer Taniel Talakhadze fortalte til Hans Marumrud at de vanligvis brukte en øks med skaftlengde på 80 cm, de hadde også en større øks med skaftlengde på 100 cm. Hvis skaftet var kortere enn 60 cm var det en håndøks⁸.

Dette viser at ulike håndverkstradisjoner har utviklet forskjellige løsninger på samme problem, og at både egg- geometri og skaftlengde må sees i sammenheng med arbeidsmetode og tradisjon.

Skavl

Skavl var et viktig verktøy i middelalderen, og kan beskrives som forgjengeren til håndhøvelen. I motsetning til en "moderne" høvel følger den i større grad den hogde flata og veden, i stedet for å plane flaten helt jevn. Hvordan de originale stålene i skavlten så ut i middelalderen veit vi lite om, det er meg bekjent ikke datert skavler fra middelalderen. Skavlten har vært viktig til langt opp på 1800-tallet, og det finnes mange eksempler på at brekte ljåblader er smidd om til skavlstål. Hvordan selve skaftet til skavlten har sett ut er også uvisst, meg bekjent, men ut fra stålets form og hvordan verktøyet brukes, tror jeg skaftet har hatt en utforming som ikke har vært vesentlig forskjellig fra dagens.

Jeg startet med å lage en veldig stor og grov skavl. Denne oppførte seg nesten som en håndhøvel ved at den i større grad planet flatene. Størrelsen ble valgt med utgangspunkt i en gammel skavl jeg kopierte for mange år siden. Gjennom arbeidet har jeg etter hvert laget skavlene mindre og lettere, og dermed fått et nettere verktøy å arbeide med. Den store skavlten ble for «klumpete» i bruk.



Bilde 7 Skavler.

⁷ Muntlig meddelelse Hans Marumrud 2023

⁸ Muntlig meddelelse Hans Marumrud 2026

Skavlen er brukt til å høvle og slette de hogde flatene på emnene. Mange av delene i stavkirkene er høvlet med skavl etter at de er dimensjonert med øks. Det er tydelig at håndverkerne har hatt god kontroll på hvilke flater som ville bli synlige i den ferdige kirken. Det ser også ut til at jo høyere opp i konstruksjonen en kommer, desto mindre av overflatene er høvlet. Som eksempel kan tengene i Hopperstad, og bufeltene i Urnes nevnes. Her er sidene og undersiden høvlet, mens oversiden fortsatt har tydelige hoggespor.

På mange av delene i stavkirkene er det pådratt forskjellige profiler. Disse er hovedsakelig påført med en profilskavl. Formen på skaftet er lik, men stålet blir slipt til den profilen som skal påføres. Er profilen symmetrisk, kan en lage to hull med lik avstand til profilen, ett på hver side av skaftet. En plugg kan da flyttes fra side til side, avhengig av hvilken vei veden går i emnet. Er ikke profilen symmetrisk, må en lage et stål med en midtdeler og profil på begge sider, slik at verktøyet kan brukes i begge retninger. De to vanligste profilene er en flat 15 mm og 19 mm. På noen av gjenbruksdelene er det annen profil som kan sees på bildet under til venstre.



Bilde 9 Profilskavl med usymmetrisk profil. Noen av gjenbruksdelene i Borgund har denne profilen.



Bilde 8 Profilskavl med symmetrisk 19 mm profil. Her kan man flytte styrepinnen fra side til side under bruk.

Pjål

Pjålen var også et viktig verktøy i stavkirkebyggingen. Den kan beskrives som en type høvel, men i motsetning til skavlen har den ikke anlegget foran eggen. På skavlen sitter stålet på undersiden av skaftet, slik at det er vanskeligere å se nøyaktig hvor eggen begynner å ta. Med pjålen ser en eggen hele tiden, noe som gjør den godt egnet rundt kvister og urolig ved. Dermed kan en se når pjålen begynner å rive i veden og snu arbeidsretning. Pjålen kommer også godt til inntil kanter og deler som allerede er felt sammen, og egner seg derfor godt til finpuss på trange steder.

Skavl og pjål brukes begge til å bearbeide og glatte de hogde flatene, men bruksområdene er forskjellige. Der skavlen er effektiv på større flater, er pjålen ofte det beste valget der veden er urolig eller tilgangen er begrenset.



Bilde 10 Pjål.

Grøypjern

Grøypjernet brukes til å skjære ut og rense nede i blant annet tilespor, eller i emner der det skal dannes et 90-graders hjørne som ikke blir synlig, for eksempel en fjør i et bord. Det varierer i stavkirkene hvor dype tilesporene i blant annet omgangssvillene og stavene er. På Historisk museum i Oslo er det lagret en del av omgangsvilla i Urnes, og her er tilesporet 9 cm dypt. Dette betyr at tangen mellom skaftet og skjæret må ha hatt en lengde på over 9 cm.



Bilde 11 Grøypjern.

Grøypjernet er det verktøyet vi vet minst om, og det finnes få historiske funn å se etter. Vi har derfor sett på og tolket verktøyspor i blant annet Høre og Undredal stavkirke for å komme frem til et verktøy som kanskje kan minne om det som ble brukt på 1100-tallet. Ut fra verktøysporene for tilesporet i stavene, mener vi at utformingen av eggen på grøypjernet må ligge mellom en U og en O. Altså at eggen er bøyd litt tilbake mot tangen, men ikke helt imot. Dette gjør at vi kan skjære litt inn i siden på tilesporet. Sporene tyder også på at jernene har hatt en bredde på mellom 7 og 10 mm. Tangen på grøypjernet vi fikk smidd er 11 cm dypt og tangen er også sakseslipt slik at vi kan skjære og slette ut

sidene i tilesporet hvis vi vil. Det er fort gjort å tenke at et så smalt jern vil være lite effektivt i bruk, men etter litt finjustering fungerer grøypjernet godt. En mulig forklaring kan være at et bredere jern ville gitt større motstand i veden og dermed blitt tyngre å arbeide med.



Bilde 12 Utformingen av eggen på grøypjernet. Den søker litt tilbake mot tangen, og kan dermed "grave" litt i kanten på tilesporet.

Stikkøks

Stikkøkse er effektiv til å kappe av utrivninger inne i tømmeret ved kløyving av stokker. Den smale eggen og lange bladet gjør den godt egnet til arbeid på steder der en vanlig øks blir for grov, og et stemjern ikke har tilstrekkelig rekkevidde.

Eggformen på stikkøkse er relativt avrundet, noe som gjør

den effektiv til også å jevne ut flater på tapper eller finjustere sidene i et tapp hull.



Bilde 13 Stikkøks.

Skjebor

Skjebor er et viktig verktøy i stavkirkehåndverket. Dimensjonene på borene varierer fra små bor på rundt 6 mm, brukt til blant annet forboring for spiker, og opp mot 40 mm til for eksempel plugging mellom staver og sviller, eller mellom rotnær og staver. Skjeboret lager et hull med parallelle sider, i motsetning til den koniske navaren som smalner av nedover i hullet.

Det finnes få, om noen, godt bevarte skjebor med parallelle sider fra middelalderen, og det har derfor ikke vært mulig å ta utgangspunkt i et originalt bor og ganske enkelt

kopiere dette. Kunnskapen om hvordan et godt skjebor skal smies og utformes må i stor grad gjenoppdages gjennom praktiske forsøk. Det ble derfor arrangert et skjeborseminar i stipendiatens regi vinteren 2026. Bakgrunnen for seminaret var et kunnskapsbehov rundt skjeborene og hvordan de har fungert i bruk under byggingen av stavkirkene. For å få en tverrfaglig diskusjon og praktisk utprøving deltok smedene Lennart Hoffmann, Pål Lien og Øystein P. Hatle, sammen med meg som tømrrer. Hovedfokuset var å forstå geometrien og utformingen av skjeboret, og gjennom smiing, testing og justering komme fram til et effektivt og godt verktøy. I stavkirkene er det boret svært mange og til dels lange hull. I Lomen stavkirke er det målt hull på over én meter. Skal en bore slike hull, er en avhengig av at geometrien i boret fungerer godt og at boret arbeider effektivt. Les hele rapporten fra skjeborseminaret [her](#).



Bilde 14 Skjebor.

Dokumentasjon

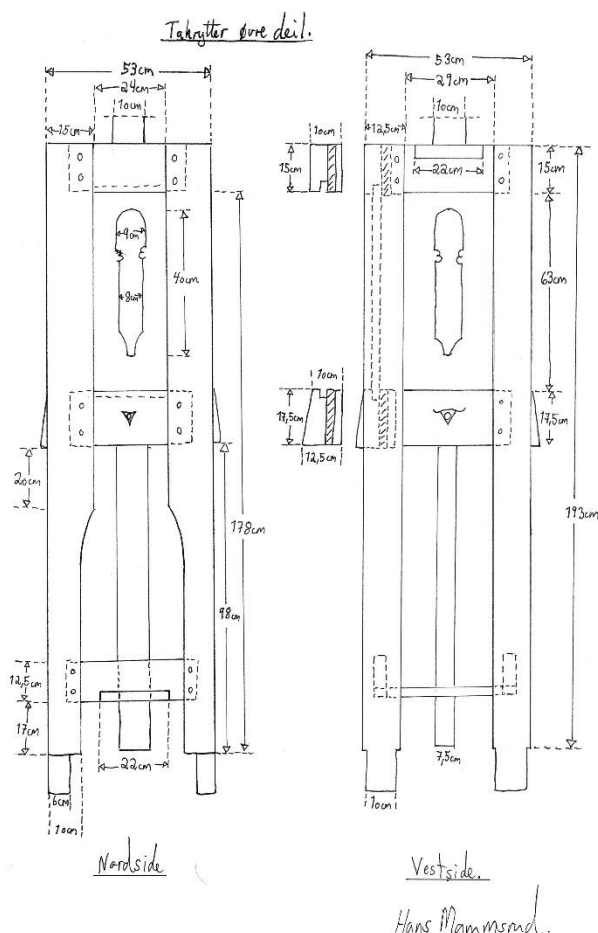
Takrytterprosjektet bygger i stor grad på dokumentasjonen Hans gjorde under arbeidet med utskifting av takspen på Borgund i 2011. Det var da stillas rundt hele stavkirke, slik at han kunne komme helt inntil, inn i og rundt takrytteren. Dokumentasjonen består av oppmålingstegninger, nedskrevne notater og store mengder bilder. Dette har vært helt avgjørende for å kunne bygge kopien.



Konstruksjonen er vanskelig å dokumentere fordi det er vanskelig å komme til mange steder. Det er svært mange detaljer en må huske å ta mål av, samtidig som en ikke kommer til inne i sammenføyningene. Det er også variasjoner i dimensjonene på materialene, slik at målene vil variere avhengig av hvor på emnet en måler. Dette gjør at tegningene og målene må tolkes litt når en skal merke opp for eksempel tapphull.

Vi visste fra starten av at vi ikke hadde alle målene og detaljene fra takrytteren. Vi har derfor måttet støtte oss på bildearkivet til Hans, samt erfaringene fra istandsettelsene av andre stavkirker. Et eksempel er innfestingen og låsingen av skråstreverene i takflata på den nederste høyden av takrytteren. Her manglet vi tilstrekkelig dokumentasjon fra Borgund, og har derfor sett på og brukt løsningen i Lomen stavkirke, som Hans var med på å restaurere.

Bilde 15 Innfellingen og innfestingen av skråstreverene i Lomen stavkirke. Vi brukte denne løsningen på takrytteren da vi ikke hadde dokumentasjon på dette i Borgund. Foto Hans Marumrud



Bilde 16 En av arbeidstegningene til prosjektet. Tegnet av Hans Marumrud

Det finnes mange oppmålingstegninger av Borgund stavkirke og takrytteren. Blant annet Georg A. Bull og Ola Storsletten sine tegninger fremstiller stavkirken på en svært god måte, men det mangler dessverre mål og detaljer av for eksempel sammenføyninger og plassering av plugger. Slik at vi kan ikke bygge takrytteren etter tegningene, men de viser godt hvordan stavkirken er bygd.

Arbeidsforsøk

Materialkvalitet og forståelse

Vurdering av tømmer på rot

En av hovedgrunnene til at såpass mange stavkirker fortsatt står etter nesten 900 år, er kvaliteten på materialene som ble brukt. Det har derfor vært en viktig del av prosjektet å bruke noe tid i skogen for å lære å bedømme kvaliteten på trærne mens de står på rot. I stavkirkene er det hovedsakelig brukt **furua** av store dimensjoner og med stor andel kjerneved. Andelen kjerneved øker med treet's alder.

Når furua blir svært gammel, begynner den å legge på seg det vi kaller aldersved. Vi snakker da gjerne om trær som er 250 år eller eldre. Denne kjennetegnes ved at den er svært tettvekst, og kan være svært vridd. Aldersveden er svært bestandig og kan stå igjen som et skall etter at treet er dødt, mens kjerneveden innenfor kan råtne bort. Hva som gjør aldersveden så varig, er ukjent, men den kan ha et høyt innhold av harpiks.

Det er alltid kjekt å ha med et tilvekstbor når en er ute og ser på tømmer. Hvis en kan bore et par trær, danner en seg fort et bilde av alderen og veksten i skogen rundt.

Barken på furua kan være en god indikator på alderen på treet. Et gammelt furutre vil ha flat bark og store flak. Hvis barken er veldig tynn og egner seg godt til barkebåter, er ikke treet like gammelt. «Vid 300 års ålder och ännu äldre så har tallen nått ett extremt och mycket lättidentifierat utseende; det är lätt att se att en sådan tall är åtminstone 300 år gammal men mycket svårt att se om den är 300 eller 450 år. Stammen växer i regel lutande och spiralvridningen



Bilde 17 Gammel furu.

av grenar och stam syns tydligt och blir ännu mer spektakulär när trädet dör och barken faller av. Barken har stora tydliga plåtar och grenarna är väldigt grova i förhållande till stammen med extrema former av slingrighet, böjar, krokar och vridenhet!»⁹

For vår del i prosjektet har det vært et viktig poeng at tømmeret er så tettvokst som mulig i ungdomsveden. Ungdomsveden er som regel svært urolig og har ofte venstrevridde fibre. Det er derfor en fordel at ungdomsveden utgjør en minst mulig andel av stokken når den skal kløyves eller teljes. Det er som oftest de 20–30 første årringene som er ungdomsved. Etter ungdomsveden heller som regel vedfibrene mot høyre. Generelt kan man si at vedfibrene i furua er mer ujevne enn i gran. Grana har ofte samme fibervridning i hele stokken, med unntak av ungdomsveden. Furua kan derimot ha vridning begge veier og kan skifte fiberretning flere steder gjennom stokken. Dette er generelle betraktninger, og det finnes store individuelle variasjoner.

Hvis treet har vokst opp tett i konkurranse med flere andre, vil det strekke seg i høyden uten å legge på seg for mye i bredden. Det vil også kvitte seg med en del kvister tidlig nedover langs stammen.

Gamle trær har ofte flat krone på toppen og er et tegn på at veksten både i høyden og bredden har avtatt. Disse trærne har ofte mindre og glisnere barmasse. «Trærne som er plukket ut er hovedsakelig store, utvokste, slik at veksten i de senere årene har vært liten. Liten vekst i yteveden gir en høy kjernevedandel»¹⁰.

Den perfekte stokken har stor diameter, lite avsmalning oppover og er trill rund. Det er langt opp til de første kvistene, stammen har ikke tennar, er rettvekst og tettvekst. For at et tre skal oppnå en stor dimensjon (over 60 cm i brysthøyde), er det avhengig av en viss vekst. De største stokkene er derfor ikke nødvendigvis de mest tettvokste. Det perfekte treet eksisterer antagelig ikke.



Bilde 18 Et tydelig eksempel på en høyrevridd stokk. Dette viser også litt av materialkvaliteten som er brukt i Borgund. Dette er en av innerstavene.

⁹ Nygren, Patrik (2012). Åldersbestämning av träd. Upublisert notat.

¹⁰ Marumsrud, H., & Aamodt, K. (2002). *Nore og Uvdal stavkirker: tømmerkvaliteter og materialfremstilling*.

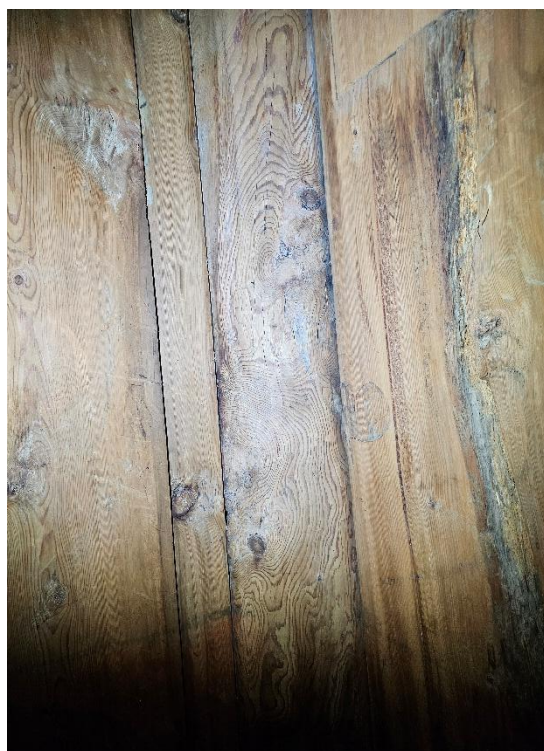
Fiberretningen har også praktisk betydning når vi vurderer trærne. Er stokken svært vridd, kan den blant annet være vanskelig å kløyve. Det er likevel brukt mye vridd tømmer i stavkirkene, også venstrevridde stokker.

Det er flere måter å se vridningen på mens treet står på rot. En kan hogge av litt bark og dra baksiden av knivspissen langs fibrene for å se hvilken vei de heller. En kan også se på rotjarene om de vrir seg mot høyre eller venstre.

Materialene i de eksisterende stavkirkene

Stavkirkene er hovedsakelig bygd av furumaterialer. Det finnes enkelte bygningsdeler i andre treslag, men dette er unntak. I Høyjord stavkirke er for eksempel noen av svillene av eik, mens en del knær i Urnes og Hopperstad er av løvtre. I Heddal og Reinli er det noen rotnær av gran, men om disse er originale, er usikkert.¹¹

Det er interessant å se hvor store forskjeller det er på materialkvaliteten mellom de forskjellige stavkirkene. I Borgund tyder materialene på at en del av tømmeret er hentet i en bratt li. Dette tolkes ut fra at det er store kvister på en side av stammen¹². Kristen Aamodt tolker materialene som at tømmeret er hentet på høyde med eller høyere i terrenget enn der kirka ligger. Dette virker naturlig siden det ville vært tungt å transportere store emner med hest oppover i terrenget.



Bilde 19 Eksempel på materialkvaliteten i Borgund. Stor kvist og til dels ugrei ved.

¹¹ Muntlig meddelelse fra Kristen Aamodt 18.8.2026

¹² Muntlig meddelelse fra Kristen Aamodt 6.8.2026.

Tømmeret i Borgund har mange og til dels store kvister. Dimensjonene er noe mindre enn i stavkirker som Torpo og Heddal, hvor tilgangen på stort tømmer trolig har vært bedre. Det er likevel brukt store dimensjoner også i Borgund, hvor for eksempel omgangssvillene har dimensjoner på opptil 45 cm i diameter.

På enkelte bygningsdeler kan det også virke som om dimensjon har trumfet kvalitet. Dette gjelder blant annet noen av portalplankene og dørbladet i Urnes. Disse emnene er ikke like tettvokst som en del av de andre materialene, og inneholder også en del kvist. Det finnes også yteved flere steder, som for eksempel i veggtiler i Lomen stavkirke og i noen av sperrene i Høre stavkirke.



Bilde 20 Veggtiler med yteved i koret i Lomen stavkirke.

Med vår moderne hverdag er det fort gjort å tenke at alt tømmeret ble kjørt fram til byggetomta, og at alle delene ble tilhogd der. Dette stemmer antagelig ikke. Kristen Aamodt og Hans Marumrud har avdekt at det finnes slepemerker på en av grunnstokkene i Borgund. Dette tyder på at emnet var grovdimensjonert eller ferdig dimensjonert før det ble transportert fram til byggetomta. Dette virker også naturlig, siden et grovdimensjonert emne veier vesentlig mindre enn en hel stakk. Det er derfor sannsynlig at i hvert fall en del av emnene ble bearbeidet i skogen før transport.

For andre emner kan det ha vært mer naturlig å vente med deler av bearbeidingen til de var på byggeplassen. Innerstavene i skipet og omgangsstavene er mer «skreddersøm» enn for eksempel bjelker og sperrer. Disse kan derfor ha blitt transportert fram som hele stokker eller bare grovt bearbeidet, før finforming og tilpasning ble gjort på byggeplassen.



Bilde 21 Slepemerker på en av grunnstokkene i Borgund. Foto Hans Marumrud

Materialanskaffelsen til prosjektet

Vi har hentet tømmer fra flere steder i løpet av prosjektet, blant annet Tessungdalen, Hovin, Vestfossen, Lommedalen og Drangedal. Vi har stort sett hentet ferdig felt tømmer, hvor vi har kunnet gå og plukke ut egnede stokker i lunnene. Noe tømmer har vi blitt tipset om, noe har vi kommet over tilfeldig, mens annet er bestilt.

I utgangspunktet har vi ønsket å hogge emnene ned fra rundstokk, men dette har ikke vært mulig for alle materialene. En del av tømmeret ble liggende utover sommeren og sto i fare for å bli ødelagt av blåved, sprekker og råte i yta. Disse emnene ble derfor skåret på overmål, for så å bli teljet ned til ferdig dimensjon. Dette sparte samtidig både tid og belastning på armene.



Bilde 22 Eksempel på lys malme.

Erfaringer med materialkvalitet

Det er stor forskjell på hvor lett veden er å hogge i, og det virker som typen kjerneved har en del å si. Den rødbrune kjerneveden kan være stiv og sprø å hogge i. Den nesten svarte og tyngste veden er ofte seig og tung å bearbeide, mens den lyse malmen, hvor en nesten ikke ser forskjell på kjerneveden og yta, er svært lett å jobbe i. Den er nesten som smør å arbeide i, og emnene er ofte svært lette.

Forskjellen merkes også godt ved høvling. Den lyse malmen er smidig å arbeide med, mens den rødbrune kjerneveden oppleves stivere og sprøere. Akkurat hva som gjør at kjerneveden får så forskjellige egenskaper og utseende, er for meg ukjent. Forskjellene kan blant annet ha sammenheng med voksested og genetikk. Det skal nevnes at dette er generelle betraktninger, og at det er variasjoner innen de forskjellige typene kjerneved.

Spesielle emner

Noen av emnene vi bruker i takrytteren er uvanlige. Rotknær brukes til en viss grad den dag i dag, både i restaurering og båtbygging. De mest uvanlige emnene vi har måttet finne til prosjektet, er vindskiene til den nedre høyden.

På bildene til Hans fra en av gavlene på skipet i Borgund, ser det ut til at det på den ene siden er brukt et overdimensjonert emne, mens vindskia på den andre siden er tatt ut av et emne med rotjare. Det siste emnet har vært vanskelig å finne.

Vindskiene fungerer både som vindski og isbord i samme emne. De er derfor L-formede og har en dimensjon på omtrent 23 × 23 cm. Emnet bør også være av rein kjerneved. Det krever et stort tre. I tillegg må det ha en rotjare som står relativt vinkelrett på stammen, og rota må ha en diameter på rundt 30 cm, for at dimensjonen skal bli stor nok ved mønet. Overgangen mellom stamme og rot må ha en jevn bue, samtidig som rota må søke passe mye nedover et stykke ut fra stammen.

Siden vi skulle ha med en av røttene, måtte treet felles ved å grave opp og kappe alle røttene. Rota vi skulle bruke, ble kappet med overmål et stykke utenfor stammen. Deretter brukte vi en kjettingtalje til å hjelpe med å dra treet ned.

Vindskiene og arbeidet med å finne og tilvirke disse emnene vil bli nærmere beskrevet i et senere kapittel.



Bilde 23 Nærbilde av toppen av vindskiene på skipet. Til høyre ser det ut til at veden er relativt rettvokst, vi tolker det som et overdimensjonert emne. Til venstre bøyer årringene opp mot toppen, og vi tolker det som en rot. Foto Hans Marumsrud

Gjenbruk

Det er en del gjenbrukte deler fra en tidligere kirke i Borgund. Det er ikke enestående for Borgund, og det finnes gjenbruksmaterialer i mange av stavkirkene. Hvor mye av materialene i dagens kirker som er gjenbruk er vanskelig å si noe sikkert om. Det virker helt naturlig å gjenbruke delene en kan, når en gjennom det praktiske arbeidet ser hvor mye arbeid som ligger bak å finne riktig tømmer, transportere, og tilvirke nye emner. Om gjenbruk også kan ha hatt religiøse, mytologiske eller symbolske funksjoner i tillegg til det praktiske, er det vanskelig å si noe om.

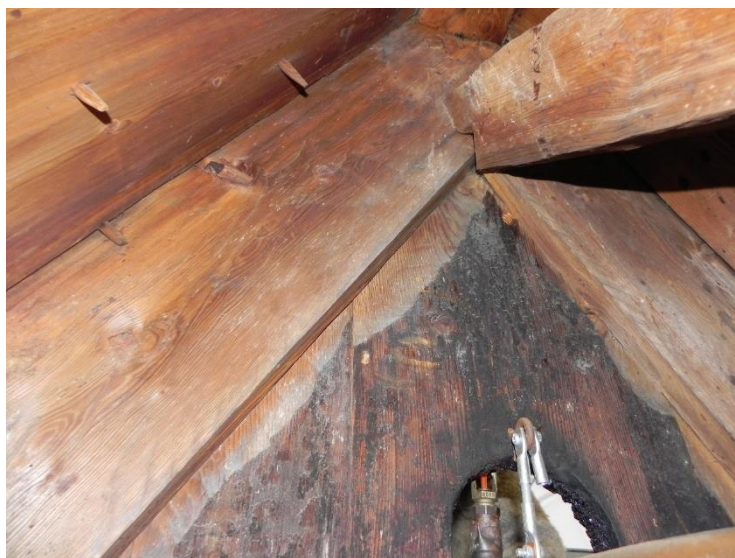
I takrytteren er det flere deler som tydelig er gjenbruk. Dette gjelder blant annet deler av den stående taktroa, veggtilene i gavltrekanter og skråstreverene i takflata, alle i nederste høyde.

I den stående taktroa ser det ut til å være brukt tidligere veggtiler som er hogd om til taktro. På siden av enkelte bord finnes det spor som kan være rester etter avhogde tilespor. Det er også tjære på flere av bordene, på flater der tjæra vanskelig kan forklares med tjærebreng av den nåværende kirken. Disse sporene tyder på at bordene tidligere har hatt en annen funksjon.

Veggtilene i gavltrekanter har lysglugger, og disse har den kraftigste værslitasjen på den siden som i dag vender inn. I tillegg er denne siden tjærebredd. I falsen mot tilesporet i sperra finnes det «ferske» hoggespor, hvor den gamle tjæra på innsiden er hogd bort. Dette



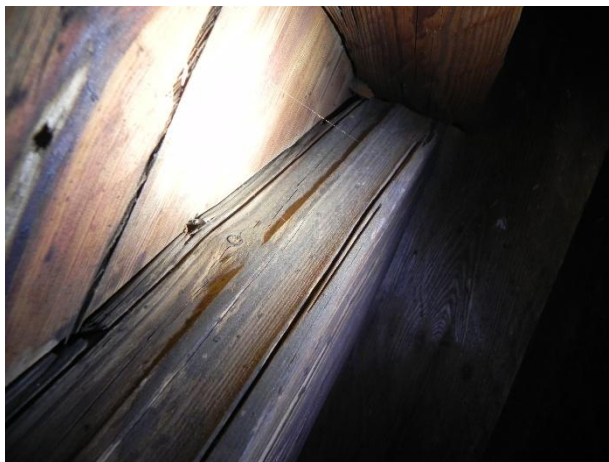
Bilde 24 Bilde av et gjenbrukt trobord i takrytteren, vi tolker det uthogde sporet til å kunne være et avhogd tilespor. Det er også mye tjære som vanskelig kan forklares med tjærebreng av dagens kirke. Foto Hans Marumsrud



Bilde 25 Veggtiler i en av gavlene i takrytteren. Vi tolker disse til å være gjenbruk. Det gamle tjærelaget som vanskelig kan forklares med tjærebreng av dagens kirke er hogd av under tilpasningen inn i tilesporet i sperrene. En ser også hvordan en av skråstreverene er tilpasset mot gavlen. Foto Hans Marumsrud

tyder på at tilene tidligere har stått med den tjærebredde og værslitte siden ut, og senere er blitt tilpasset sin nåværende plassering i takrytteren.

På skråstreverene i takflata er det høvlet samme type profil som vi finner i den eldre generasjonen av stavkirker i Sogn, som Urnes, Hopperstad, Kaupanger og Undredal. Det er også hogd ut et stort hakk som kan tolkes som spor etter en tidligere åpning i en av streverene. I Borgund finner vi også den gamle profilen på veggtiler mellom koret og skipet og på et av gulvbordene i skipet, som antagelig er en gjenbrukt veggtile.



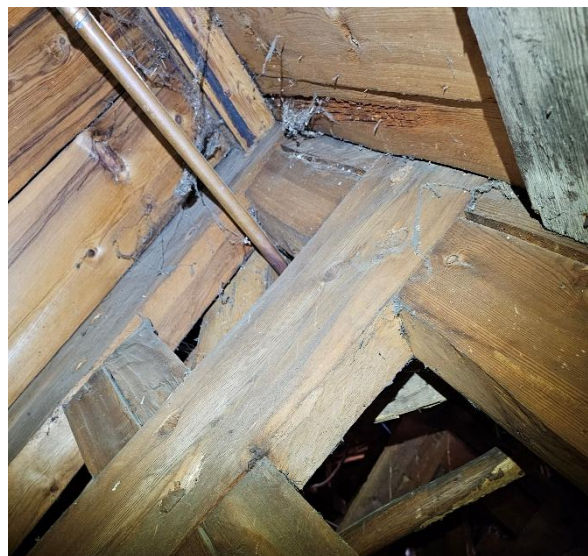
Bilde 26 Profil på skråstreverene i takrytteren, disse er antagelig gjenbruk. Profilen er vanlig i stavkirkene i Sogn som er en generasjon eldre enn Borgund. Foto Hans Marumsrud

Tilvirkning av emner

Svært mye av tiden i prosjektet har gått med til tilvirkning av deler til takrytteren. Mange av delene har vi hogd ned fra rundstokk, mens andre deler har blitt skåret med overmål og deretter teljet ned til ferdig dimensjon. Med dette har vi spart en del tid, og ikke minst armene.

Kløyving

Kløyving av tømmer er en svært viktig prosess i stavkirkebyggingen. Mange av delene i stavkirkene er laget av halvkløyvinger, blant annet veggtiler og taktro. Det finnes også eksempler på at konstruksjonsdeler er kløyvd, som enkelte av sperrene i Høre, og Eidsborg stavkirke og plankene som bærer tredje høyden av takrytteren i Borgund for å nevne noen. Det er også funnet enkelte konstruksjonsdeler som er kvartkløyvde, blant disse er enkelte av hanebandene og saksesperrene i Eidsborg. Tilvirkningen av taktro og veggtiler må ha utgjort en betydelig del av arbeidet under byggingen av stavkirkene.



Bilde 27 Sperra til venstre er av halvkløyving. Høre stavkirke.

I middelalderen ser det ut til å ha vært vanlig å kløyve ut to emner av hver stokk. Det blir dermed mye materiale som hogges bort under klamphoggingen, spesielt når en lager borddimensjoner. Det er naturlig å spørre hvorfor en ikke forsøkte å kløyve ut enda et bord av baken som ellers blir hogd vekk. Kristen Aamodt¹³ har undersøkt en del av materialene i stavkirkene, men kan ikke si å ha sett at det er kløyvd ut flere emner fra en halvkløyving.

En mulig forklaring er risikoen ved å kløyve ut mer enn to emner. Når stokken halvkløyves, kan en følge margsprekken og margstrålene. Skal en kløyve videre utover i halvkløyvingene, mister en den naturlige kløyveretningen og må i større grad arbeide på tvers av margstrålene. Er det mye vridning i stokken, kan en risikere å ødelegge fire emner i forsøket på å få ut flere, i stedet for å sikre to gode emner ved vanlig halvkløyving. Vi har ikke prøvd å kløyve ut flere emner i stipendiatperioden.

De som bygde stavkirkene, må ha vært

fenomenalt gode til å kløyve tømmer. Emnene som er brukt i Borgund er ikke det en i dag nødvendigvis ville valgt som førstevalg til kløyving. Noen av emnene har grov kvist og til dels ugrei ved. Likevel har de greid å kløyve ut emner som kunne bearbeides videre.

Hans Marumsrud forteller at tømmer som har rødbrun skjellbark langt nedover stammen, ofte har god kløyv. Samtidig er det viktig at stokken er relativt rettvekst, at margen ligger noenlunde midt i stokken og at stokken er rund. Er stokken oval, eller hvis margen ligger langt ut mot den ene siden, kan det være vanskelig å få ut to gode emner. Det er også en fordel at stokken er så



Bilde 28 Utrivninger som ikke har blitt hogd bort på innsiden av en veggtil i Borgund.



Bilde 29 Hans er i gang med å hogge V-sporet som vi hogger gjennom yteveden før kløyving.

¹³ Muntlig meddelelse Kristen Aamodt 6.8.2026

tettvokst som mulig i ungdomsveden. Da blir området med urolig ungdomsved mindre, og det er ofte mindre kvist. Jon B. Godal forteller at hvis treet har smal krone og mjuk tynn bark har ofte treet god kløyv.¹⁴

Ved kløyving starter en med å finne margsprekken i stokken. Denne kan være vanskelig å finne etter at stokken har ligget en stund, så det er en god rutine å merke den etter at stokken er kappet.

Forskjellen på retningen til margsprekken i hver ende av stokken sier noe om hvor mye stokken vrir seg. Denne vridningen må fordeles når en merker opp loddstreken for kløyving. Kommer sprekken på tvers av emnene, kan en få en gjennomgående sprekk i emnet som skal hogges ut av halvkløyvingen. Dette er spesielt kritisk for taktro. Hvor stor margsprekken er, varierer etter hvor treet har vokst og hvilke påkjenninger det har vært utsatt for.

Videre merker vi opp lodd i hver ende, gjennom margen, og barker ei stripe for sotsnora. Herfra er det to muligheter. Er stokken vridd og/eller har grov kvist, hogger vi et V-spor gjennom yta for å styre kløyvinga mest mulig. Er stokken rettvokst og uten grov kvist, kan en velge å kløyve uten V-spor. Merkingen med sotsnor gjøres uansett på begge sider av stokken.

Vi bruker en stor treklubbe til å slå på kløyveøkse – Jon B. Godal kaller dette en sett-øks¹⁵, – langs loddstreken i toppenden av stokken for å lage et spor. I dette sporet setter vi inn kiler for å starte kløyvinga. Det er en fordel



Bilde 30 I gang med å kløyve en stokk. Vi setter kiler i hele bredden av stokken, og bruker kløyveøkse til å lage rom for flere kiler på ryggen av stokken.

¹⁴ Muntlig meddelelse Jon B. Godal 15.2.2024

¹⁵ Meddelelse fra Jon B. Godal 11.07.2026.

å ha to typer kiler, en med liten og en med større stigning. Vi strammer opp kilene en del før vi bruker kløyveøksa i V-sporet, eller langs streken oppå ryggen av stokken. Vi slår på øksa med treklubba, og bruker i tillegg ei vanlig felleøks som vi hogger med langs streken for å svekke veden.

En må arbeide fram og tilbake mellom ryggen og enden av stokken. Det er også viktig å snu stokken ofte for å ha kontroll på hvordan kløyvinga utvikler seg. Etter hvert slår vi inn kiler langs ryggen av stokken. Vi arbeider oss gradvis fra toppenden og mot rota, samtidig som vi går fram og tilbake for å styre kløyvinga underveis.

En må ha tålmodighet underveis og ikke stresse kløyvinga, fordi det da er større fare for utrivninger inne i stokken. Dersom fibre i stokken er vridd og emnet kløyves rett mot margen, kan sterke vedfibre i den ene halvkløyvingen rive ut store fliser i den andre. Dette fører til at det kan bli store flenger i en eller begge halvkløyvingene, og disse må hogges bort før emnet kan benyttes. Fibrene som går på tvers inne i stokken må derfor kappes så tidlig som mulig, slik at de ikke river med seg mer ved og utrivningene fortsetter lenger inn i de kløyvde emnene. Til å kappe fibre inne i stokken er stikkøksa svært god å bruke

En erfaring fra noen av de store stukkene vi har kløyvd, er at de største utrivningene ofte kommer i rotenden. Vi har derfor vurdert å starte med å slå et spor langs loddstreken også i rotenden og sette inn kiler der, for å se om dette kan gi bedre kontroll på kløyvinga.

Det er fort gjort å få utrivninger selv om en følger beskrivelsen over. Det er ikke uvanlig å telje bort mellom 2,5 og 4 cm fra margside for å bli kvitt dem. En fordel er at en samtidig fjerner mye av den urolige ungdomsveden.

Hvor mye av utrivningene som må hogges bort, avhenger også av hva emnet skal brukes til. Skal halvkløyvingen bli et takbord, må en hogge bort nok til å få et tett bord. I veggtilene i Borgund finnes det derimot en del utrivninger i de innvendige flatene, og det finnes eksempler på veggtiler hvor margen fortsatt ligger i overflaten. Dermed har bruksområdet for delene noe å si for hvor mye som må hogges bort, og kvaliteten på den ferdige overflaten.



Bilde 31 Eksempel på en utrivning fra kløyvinga som ødelegger mye av emnet til venstre.

I Borgund ligger noe av den liggende, sulagte taktroa med margsiden opp og noe med margsiden ned. Vi tror dette kan ha sammenheng med utrivninger under kløyvinga. Dersom det er store utrivninger på margsiden, kan en spare mye hogging ved bare å hogge så langt ned at en er sikker på at utrivningene ikke går gjennom til utsiden av bordet. Bordet kan deretter legges med margsiden ned. Dette kan være en forklaring på hvorfor margsiden vender forskjellig vei i taktroa på Borgund. Til sammenligning ligger taktroa i Urnes konsekvent med margsiden ned.

Ved å kløyve tømmer lærer en svært mye om kvalitetene i materialet. Det har stor betydning hvor godt en klarer å "lese" stokken før kløyving, og dermed velge ut tømmer som egner seg. Det er ikke umulig å kløyve vridde stokker, men en må regne med å snu stokken ofte og bruke stikkøksa til å kappe fibre som lager utrivninger underveis. Mindre stokker er ofte enklere å kløyve. På større stokker har en enda mer igjen for å vurdere tømmeret før kløyvinga begynner.

Klamphogging

Klamphogging er en metode for å fjerne overskuddsmateriale på en effektiv måte. Alle emner må klamphogges før en flate skal teljes, enten emnet tilvirkes fra rundstokk eller det er baksiden av en halvkløyving som skal bearbeides.

Det hogges V-spor på tvers av stokken mellom to streker som brukes som dybdemerker. Sporene hogges med omtrent 20–30 cm avstand langs hele stokkens lengde. Avstanden varierer etter veden. Er stokken rettvokst og uten grove kvister, kan det godt være rundt 30 cm mellom sporene. Har emnet



Bilde 32 Klamphogging.

derimot vridde fibre, må sporene ligge tettere for å redusere faren for utrivninger. Det er også en fordel å legge V-sporene gjennom grove kvister. Da reduseres faren for utrivninger når klampene hogges bort.

Etter at hele stokken er klamphogd, hogges klampene vekk. Det hogges ikke helt inn til strekene, men lar det stå igjen omtrent 0,5–1 cm. Vi har brukt spretteljingsøksa til å hogge vekk klampene, og med langt skaft får en nok kraft til å hogge de bort effektivt. Vi hogger vekk et par klamper om gangen, før vi



Bilde 33 Klampene hogges bort, og første reite med spretteljing hogges bort til neste klamp.

spretteljer den første reita fram til neste klamp. Slik fortsetter vi langs hele emnet.

Spretteljing

Spretteljing er en hogge- og teljemetode brukt fra vikingtiden og gjennom middelalderen. Det er usikkert når teknikken oppsto, men det finnes spor etter spretteljing på Osebergskipet fra omkring år 800. Det er funnet eksempler på at spretteljing har vært brukt helt til 1984 i Fauske, Nordland¹⁶. Alle delene i stavkirkene har vært dimensjonert og formet med denne metoden. Mange av delene har etterpå blitt høvlet med skavl.



Bilde 34 Spretteljing fra Osebergskipet. Foto Hans Marumsrud

Det blir ofte gjort et stort poeng av fine hoggemønstre og spor, men som Hans Marumsrud sier:

«Spretteljing er hovedsakelig en hoggemetode og ikke dekor. I noen tilfeller har det bevisst blitt valgt å telje ekstra fint, der håndverkeren viste at overflaten ble synlig»¹⁷. Når det er sagt er det selvfølgelig ønskelig å telje så fint og jevnt som mulig. Det er både fint å se på, og det gjør det enklere dersom emnet skal høvles med skavl etterpå.

¹⁶ Godal, J. B. (2012). *Tekking og kledning med emne frå skog og mark: frå den eldre materialforståinga*. Akademika. S. 79.

¹⁷ Muntlig meddelelse fra Hans Marumsrud 2024.

Spretteljing er som nevnt en hoggemetode, men skiller seg fra mer moderne teljing ved at det ofte hogges i reiter langs med stokken, i stedet for skrått på tvers. Målet er likevel det samme: å få en noenlunde slett flate. Spretteljingen skiller seg også fra "vanlig" teljing med at det er svært markante innslagsspor og at det er få spor etter det Harald Høgseth i sin doktorgradsavhandling omtaler som sidespor og stoppspor etter øks i stavkirkene¹⁸. Når en spretteljer, søker øksa selv ut av veden etter innslaget, mens en vanlig teljebile i større grad fortsetter inn i veden i samme retning som den ble hogd inn.

Vi spretteljer i reiter langs med veden. Det er stort sett den vanligste måten å sprettelje på, men det finnes unntak. I Borgund er det teljet mer som moderne teljing, skrått på tvers av stokken, dette er gjort på mange av de "nye" delene fra 1180 hvor vi fortsatt kan se spretteljingen. Grunnstokken i koret er en gjenbrukt svill fra en eldre kirke, og denne er svært fin teljet. Det virker litt rart at det er så store forskjeller på måten å telje på – kan det ha noe med vedretningen i tømmeret? Det vil bare bli spekulasjoner hvorfor håndverkerne gjorde dette, og er et tema som kanskje bør undersøkes videre.



Bilde 35 Spretteljing fra 1180.



Bilde 36 Spretteljing på grunnstokk i koret i Borgund, gjenbrukt svill fra en tidligere kirke. Foto Hans Marumsrud

Ved spretteljing ligger emnet skrått i motsetning til når en teljer med mer moderne økser, hvor emnet legges i lodd. Det er viktig å justere vinkelen slik at arbeidet blir behagelig og en ikke behøver å justere så mye med kroppen, men står på en naturlig måte. Hogger en med emnet i en relativ stående vinkel, får en hoggespor i nærheten av 45° på hoggeretningen. Hogger en med emnet mer liggende og står lenger unna får en hoggespor som er nærmere 90° på hoggeretningen.

¹⁸ Høgseth. (2007). Håndverkerens redskapskasse: En undersøkelse av kunnskapsutøvelse i lys av arkeologisk bygningstømmer fra 1000-tallet. In: Det historisk-filosofiske fakultet.

Når vi starter å sprettelje, hogger vi først bort en eller to klamper og begynner deretter å telje den første reita langs streken. Dette gjøres langs hele stokkens lengde. Deretter hogges neste reite nedenfor, og slik fortsetter vi til vi har kommet ned mot margin. Så snur vi stokken, og samme prosess gjentas fra den andre siden til teljinga møtes på midten.

Det er viktig å starte med riktig vinkel i enden av stokken, slik at en har en flate å sikte etter. Etter hvert blir det flere reiter og sikte etter og det blir lettere å se vinkelen. Det tar litt tid å bli vant til å sikte på denne måten, men med en god start og riktig vinkel på emnet blir dette naturlig etter hvert.

Det er også mulig å hogge den første reita for så å snu emnet og hogge den første reita på motsatt side av den klamphogde flaten. Dermed har en definert ytterkantene. Deretter hogger en fra den ene siden inn mot midten, før emnet må snus på nytt og resten hogges fra motsatt side. Noen foretrekker denne metoden, men jeg opplever den som urasjonell, særlig på store emner. Det virker unødvendig å snu tunge emner flere ganger enn nødvendig. Med litt trening er det heller ikke noe problem å treffe noenlunde riktig og få en slett flate ved å arbeide ferdig den ene siden først.

En viktig del av spretteljingen er å kunne snu hoggeretningen og arbeide begge veier. Det er helt nødvendig når vedretningen endrer seg, eller når en må arbeide rundt kvister og urolig ved. Det å kunne lese veden mens en hogger er også viktig. Etter en stund med hogging kjenner en når hoggeretningen må snus for å unngå utrivninger.

Det er også viktig med mengdetrening, en blir raskt bedre til å "lese" vedretningen, og forstå hvordan en må hogge rundt kvister som et eksempel. Vi har reflektert mye rundt hvor mye trening håndverkerne som bygde



Bilde 37 Eksempel på spretteljing med 45 vinkel.



Bilde 38 Eksempel på spretteljing med en tilnærmet 90° vinkel.

stavkirkene må ha hatt. Kanskje startet de allerede som barn med å hogge oppfyringsved, mens vi i dag er heldige hvis vi begynner å jobbe med øks før fylte 20 år. Vi henger derfor langt bak når det gjelder muskulatur, teknikk, og mengdetrening.

Virket i emnet som teljes har også mye å si. Vi har teljet i emner som får utrivninger uansett hvilken vei vi hogger, og andre emner som er som smør. Skal en hogge fiskebeinsmønster, er en avhengig av å ha et rettvokst emne. Det er rett og slett virket som bestemmer hvordan en må hogge.

Det er også stor forskjell på hvor tørt emnet som hogges er. De ferske emnene er mjukere å hogge i, det er enkelt å justere litt og det slår ikke så mye i armene. I fersk og rettvokst ved må øksa være skarp. Er den ikke det, kan det fort bli "skjegg" i den teljede flata. I urolig ved er ferskt virke også mer tilgivende, fordi fibrene ikke rives ut like lett.

Tørre emner er naturlig nok mye hardere å hogge i, og en merker det fort i armene. Det blir glatte flater i hoggene, så lenge en ikke treffer motved. Rundt kvister og urolig ved blir det fort større utrivninger i tørre emner enn i ferske.

Høvling

Svært mange deler i stavkirkene er høvlet med skavl og pjål. Det kan virke som om det først og fremst er de synlige delene som har blitt høvlet, mens flater som er mindre synlige eller sitter høyt oppe i konstruksjonen, i større grad har blitt stående med hogd overflate.

Skavlen er et svært effektivt verktøy som i stor grad følger veden og den hogde flata i emnet, i motsetning til en moderne høvel som i større grad planer og retter flaten. Under arbeidet må en hele tiden følge med på vedretningen, slik at skavlen ikke river ut store fliser. Rundt kvister og urolig ved kan skavlen være vanskeligere å bruke, blant annet fordi stålet sitter på undersiden av skaftet og en ikke ser nøyaktig hvor eggen begynner å ta. Det kan derfor fort oppstå utrivninger. Etter min erfaring er pjålen bedre egnet rundt kvister og i urolig ved. Med pjålen ser en eggen mens en arbeider, og kan lettere oppdage når veden begynner å rive og snu arbeidsretningen.



Bilde 39 Typisk eksempel på hvilke deler av emnene som blir høvlet. Synlige flater blir høvlet, oversiden som ikke synes blir ikke høvlet. Bildet er av en strebebjelke i Urnes.

Festemetoder

Treplugger

Det er brukt mye treplugger i stavkirkene. Dimensjonen varierer fra plugger på 10–12 mm i takspora og opp til 40 mm plugger, som ofte er brukt i større konstruksjonssammenføyninger, som for eksempel mellom rotkne og stav, rotkne og sperre, og mellom stav og svill.

Det er ofte vanskelig å måle den eksakte diameteren på boret som er brukt. Skjeboret vil gjerne vandre litt i starten, og et 30 mm bor kan fort lage et 35 mm hull ytterst. Det er ulike meninger om det er brukt konisk naver, konisk skjebor eller skjebor med parallelle sider i stavkirkene. Hva som er riktig, er vanskelig å si sikkert. En måte i så fall tatt ut en del plugger og undersøkt formen på hullene, og avslutningen i bunnen av hullet ser ut.

Vi har brukt skjebor med parallelle sider. Dette gir i utgangspunktet dårlig feste for trepluggen, vi har derfor utvidet hullet litt helt ytterst i vedretningen, slik at pluggen har plass til å utvide seg når vi slår inn kila. Hvis pluggen går gjennom hele emnet, gjør vi dette i begge ender og kiler pluggen fra begge sider.

Hvis pluggen ikke går gjennom emnet, lager vi pluggen svært presis i forhold til hullet og setter en kontrakile i enden. Etter hvert som pluggen slås inn og nærmer seg bunnen av hullet, drives kontrakilen inn i pluggen. Pluggen utvider seg dermed og låses fast i hullet.



Bilde 40 Plugg med oval kile. Pluggen er ikke helt rund, men litt oval. Vi utvider hullet litt to veier, i vedretningen, slik at kilen kan utvide pluggen ytterst, og dermed låse bedre.



Bilde 41 Plugg med kontrakile klar til å slås inn.

Kilene har forskjellig utforming, både mellom stavkirkene og etter hvor i konstruksjonen de sitter. Noen er helt flate i tverrsnittet, mens andre har et ovalt tverrsnitt.

Bunnsvillene som går på tvers av mønet i både den nederste og midtre høyden, er tappet gjennom stavene. Disse holdes fast med kiler som går gjennom tappene på villene og ligger an mot stavene. For å feste villene merker vi opp hvor ytterkanten av staven treffer tappene som går gjennom, og borer deretter et hull med diameter 30 mm. Deretter setter vi sammen delene og lager kiler som er flate på den ene siden og halvrunde på den andre. Kilene slås inn til de strammer godt mot stavene. Det er viktig å fase av litt på den flate bakkanten, slik at kilen ikke graver seg inn i staven når den slås inn.

Spiker

Jeg har flere ganger hørt at stavkirkene ble bygd helt uten spiker, men dette stemmer ikke. Det er brukt spiker i alle stavkirkene. Noen steder er det brukt relativt mye, som for eksempel ved innfesting av den sulagte taktroa. Det kan virke som om en hovedregel har vært at spiker ble brukt der det som skulle festes var tynt eller sto i fare for å sprekke. Spikerne er smidde og har ofte ganske store hoder, gjerne 2,5–3 cm i diameter.

I Eidsborg er det blant annet brukt spiker som festemiddel mellom hanebandet og saksesperrene. I for eksempel Borgund og Høre er det brukt treplugger i tilsvarende sammenføyninger.

Noen steder, og særlig i taktroa, er det hogd inn trekanter i emnet der spikeren skal slås inn. Om

dette er gjort for å gjøre det enklere å starte forboringen med et 5–6 mm skjebor, eller for å senke spikerhodet noe ned i overflaten, vet vi ikke. I den sulagte taktroa er trekanten stort sett hogd ut i den 19 mm brede profilen, og spikeren går gjennom begge bordene i overlappen.

Da vi monterte den sulagte taktroa, var bordene fortsatt rå. Siden vi visste at de ville krympe under tørking, tok vi ikke sjansen på å spikre gjennom overlappen slik vi ser i Borgund. Vi satte derfor



Bilde 42 Sperra og den stående taktroa i Lomen stavkirke er spikret.

spikeren på oversiden av det underliggende trobordet. Ved å spikre gjennom begge bordene i overlappen var vi redd krympingen kunne føre til at bordene revnet og taktroa ble utett.

Takrytteren

Takrytteren i Borgund er helt enestående, det er den eneste originale takrytteren som er bevart på sin opprinnelige plass og i sin opprinnelige form. Det er bevart deler av andre takryttere, blant annet ved Høre stavkirke i Valdres, men ingen tilsvarende komplett konstruksjon. I Høre står deler av takrytteren nå som portal inn til kirkegården.

Takrytteren er en gjennomtenkt og ganske avansert konstruksjon, med tydelig vektlegging på avstivning. Hvordan de som bygde takrytteren har kommet frem til akkurat denne konstruksjonen, kan en virkelig undre seg over. Men konstruksjonen gir inntrykk av at det ikke er den første takrytteren håndverkerne bygde.

Takrytteren er tårnet på Borgund stavkirke og står oppå taket av skipet. Den er bygd opp med tre etasjer, og med en spirstang på toppen. Den består av mer enn 200 bygningsdeler, og er over 10 meter høy.

Bygging og montering

Den gang takrytteren ble bygd, har den trolig blitt hogd sammen på bakken før den, del for del, eller element for element, ble løftet opp og montert på taket av skipet. Det er logisk at takrytteren ble bygd nede på bakken, hvor håndverkerne kunne jobbe effektivt, for så å tilpasse den nedre høyden til taket på skipet.

Det er hogd inn merker i enkelte deler som ble brukt til å finne rett plassering for delen under monteringa oppe på taket. Det er funnet merker på toppsvilla i gavlene, bindebjelkene til gavltrekanter, ihvertfall en sperre og

klokkebjelkene. Det er ikke funnet merking for plassering ellers i resten av takrytteren. Det betyr ikke nødvendigvis at slike merker ikke finnes. De kan være skjult i en sammenføyning, ligge på utsiden som



Bilde 43 Merking av svill og bindebjelke i gavlen i takrytteren. Foto Hans Marumsrud

i dag er kledd med spon, eller slitt bort av værslitasje. Delene kan også ha vært løftet opp i et system, slik at håndverkerne visste hvilken del som skulle hvor.

Jeg mener at den originale takrytteren må ha blitt bygd på bakken. Dette baserer jeg både på merkingen for plassering av enkelte av delene og på selve arbeidsprosessen. Konstruksjonen er så omfattende og komplisert at jeg mener det ikke er mulig å hogge den sammen oppe på et tak med 56° takvinkel.

Sammenfelling og system

Det kan være vanskelig å se systemet i plasseringen av tappene i takrytteren, spesielt ut fra tegningene vi har brukt. En av grunnene er at det er krevende å måle opp en så komplisert konstruksjon. Det er ofte ikke mulig å ta alle målene fra samme side på en bygningsdel. Noen mål er derfor tatt fra innsiden og andre fra utsiden. Flere steder er det også begrenset tilgang, eller det er ikke mulig å ta et sikkert totalmål. Når dette kombineres med teljede bygningsdeler med varierende dimensjoner, gjør det at plasseringen av tapp hull og tilespor ofte må justeres noe i forhold til tegningene.



Bilde 44 En av stavene i øverste høyde er ferdig, den andre klar til å hogge tapper i.

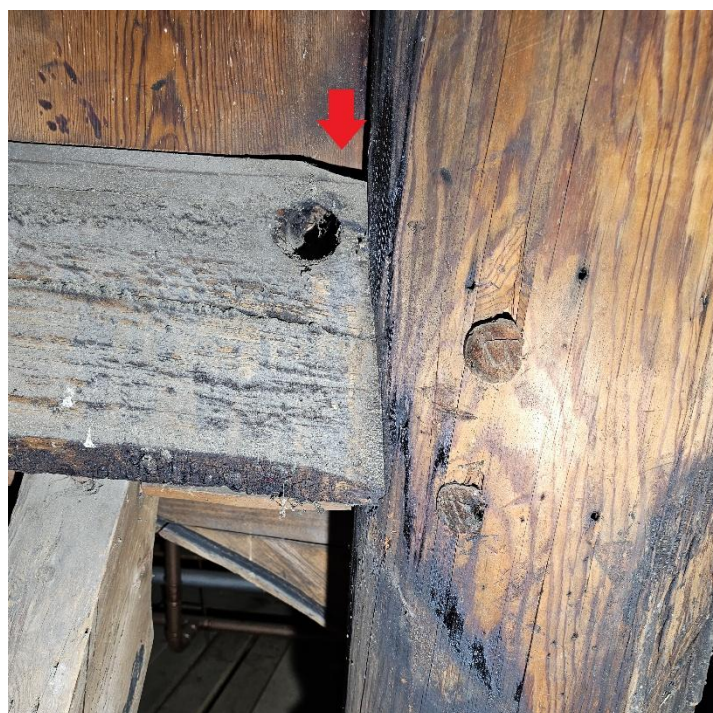
I den nederste høyden er det svært mye som skal felles sammen rundt toppen av stavene, og det gjorde det vanskelig å hogge ut alle tapphullene i én omgang. Toppsvilla skal felles ned i staven med et novhode på utsiden. Dette novhodet skal igjen holde bindebjelken i sperrebinderet på plass. Dermed skal noe av toppen på staven hogges bort. Her skal en holde tunga rett i munnen. Vi valgte derfor å hogge ut tapphullene etter hvert som de forskjellige delene skulle felles inn i stavene.



Bilde 45 Bindebjelken til gavltrekanen felles ned i staven, men holdes på plass utover av "novenden" på toppsvilla. Nederst på bildet sees også «strammepluggene» som låser bunnsvilla.

Dette viste seg å være et greit system å arbeide etter når vi først kom i gang. På andre og tredje høyden hadde vi fått bedre forståelse av hvordan delene forholdt seg til hverandre, og kunne derfor merke opp og hogge alle tappene og tapphullene før vi begynte tilpassingen av svillene.

Det virker som om en del av tapphullene er hogd etter faste mål, og at håndverkerne har kjent disse målene på forhånd. Emnene er ofte teljet litt på overmål. Når tappen deretter er hogd, er det flere steder laget en liten kinning eller høvlet av litt med skavlen for å få delen til å passe.



Bilde 46 Midtromsveggen svill er hogd av litt for å passe inn i tapphullet i staven i Lomen.

Nedre høyde

Hovedbæringen i takrytteren er stavene, mellom disse er det sviller som er tappet inn i, eller igjennom stavene, og låst av med treplugger. I nord- og sørveggen er det utskårne bord mellom stavene, som står i tilespor hogd ut i stavene, og er festet på midten i et spikerslag.

Mellom toppsvilla i gavlene og bindebjelken til takkonstruksjonen er det felt ned tre bjelker som tidligere har båret to klokker. I den midtre klokkebjelken er det tappet ned to planker, som virker som avstivning av takkonstruksjonen. Mellom toppsvilla på langveggen, og bindebjelken i gavlen er det tilpasset og festet et rotkne i hvert hjørne, dette for å stive av konstruksjonen den gang det ble ringt med klokker i takrytteren.



Bilde 47 Midterste høyde montert på nederste høyde.

Den nederste høyden har saltak, og er bygd opp med sperrer, bindebjelke og veggtiler felt inn i gavltrekanten. I sperrene er det felt ned en ås på hver side av mønet, i tillegg til en mønsås. Det er også felt inn to skråstrevere i hver takflate som går fra midten av toppsvilla, og opp under sideåsene.

Oppå åsene ligger først en stående taktro som ligger kant i kant uten fals. Denne er festet med treplugger ned i sideåsene og toppsvilla, men med spiker i mønsåsen. Oppå den stående troa ligger det en sulagt taktro. Dette er den originale taktekinga på Borgund stavkirke før de la spon på taket. Den sulagte troa er festet med spiker ned i sperrene.

Over mønet ligger det en mønekjøll som hindre vann å renne ned mellom de øverste trobordene. Det er både mønekam og dragehoder på den nederste høyden av takrytteren.

Den nederste høyden er tilpasset taket på skipet. Den nedre svilla i gavlene er felt delvis ned i mønekjølen på skipet, mens stavene er meddratt etter den sulagte taktroa. Dette gjør at vekta

fordeles både over mønekjølen og gjennom stavene mot takflata. Stavene får samtidig en støttende funksjon. Dette er viktig fordi takrytteren er svært høy og utgjør et stort vindfang.

Innfestingen av takrytteren til skipet er gjort med to 40 mm plugger og to spiker. Ingen av disse går ned i en ås, men går rett igjennom taktroa.



Bilde 48 Den røde ringen viser innfestingen av takrytteren til taket av skipet i Borgund. To 40 mm plugger og to spiker.

Montering av takrytter

En kan virkelig undre seg over hvordan håndverkerne for rundt 850 år siden klarte å montere de store og tunge delene oppe på taket, med datidens stillas, som antagelig ikke var stort mer enn noen bord på hver side av taket. Som tidligere nevnt er takrytteren høyst sannsynlig bygd på bakken før den ble tatt opp og montert del for del.

Jeg mener det er sannsynlig at gavlveggene ble satt sammen først. Stavene havner da på hver sin side av mønet og balanserer hverandre, samtidig som det blir enklere å sverte av og tilpasse dem mot taket. Jeg ser for meg at den ene gavlveggen først ble plassert på taket. Deretter kan bunnsvillene i langveggene ha blitt montert, før den andre gavlveggen ble skjøvet inn på disse slik at avstanden mellom gavlene ble riktig.

Etter plassering av gavlveggene kan alle fire stavene meddras mot takflata, samtidig som bunnsvillene i gavlene blir merket opp for nedfelling over mønekjølen på skipet. Bunnsvilla er felt 7 cm ned over mønekjølen, dette fordeles både i bunnsvilla og mønekjølen. Slik at sammenføyningen låser i begge

retninger. Deretter kan svillene i langveggene demonteres igjen, slik at stavene kan hogges mens gavlveggene hviler på mønet og stillaset.

Dette er et tankeeksperiment basert på hvordan konstruksjonen er bygd opp og erfaringene vi har gjort under arbeidet med kopien, og er ikke dokumentert som den opprinnelige monteringsmåten.

Siden vi ikke har et tak å montere takrytteren på, har vi ikke fått prøvd ut denne teorien i full skala.

Det nærmeste vi kommer, er tilpassingen av den midtre høyden ned på taket av den nederste høyden. Her møter vi noen av de samme utfordringene, selv om den nederste høyden er vesentlig større og tyngre å arbeide med. Den midtre høyden hadde vi dessuten montert sammen på bakken og løftet opp med truck. Vi fikk dermed prøvd ut meddragningen og tilpassingen av stavene mot takflata, og bunnsvillene felt ned og låst i mønekjølen, men ikke selve monteringen av veggene oppe på mønet. **Se nærmere beskrivelse under tilpasningen av den midtre høyden.**

Da vi monterte den nederste høyden av kopien, satte vi sammen langveggene før gavlveggene. Langveggene var allerede plugget og kilt ferdig før vi begynte å tenke nærmere over hvilken monteringsrekkefølge som ville vært naturlig dersom konstruksjonen faktisk skulle settes sammen oppe på taket av skipet. Vi mener som tidligere nevnt at det ville vært naturlig å montere gavlveggene først, siden de kan støtte og balansere hverandre, i motsetning til langveggene.

Toppsvillas form

Toppsvilla i første høyde er annerledes utformet enn de andre svillene. Den er tappet gjennom staven med en 5 cm bred hals, hvor "novhodet" er med på å holde bindebjelken og sperrene i gavltrekanen på plass. Yttersiden er rett, med en liten skråflate på toppen for den stående taktroa.

Denne flaten går i hele svillas lengde.

På innsiden av stavene er svilla

formet med to skråflater og en liten rett flate midt på. Utstikket utenfor stavene er formet ovalt på innsiden og undersiden, på utsiden er kun undersiden buet. Buen ser ut til å være formet fra vegglivet og ut. Grunnen til de to skråflatene innvendig er antagelig å redusere vekten på svilla. Skråflatene har



Bilde 49 Formen på toppsvilla på langveggen i den nederste høyden. Toppsvilla har denne formen mellom stavene.

ingen tydelig praktisk funksjon, og det er derfor nærliggende å tolke formen som en måte å redusere vekten på.

Klokkebjelker

De tre bjelkene er felt ned i toppsvillene i gavlveggene, mens bindebjelkene i takkonstruksjonen er felt ned over klokkebjelkene. Dette danner en god lås som hindrer bjelkene i å bevege seg under ringing med klokkene. Det er tappet ned to planker i den midterste bjelken. Disse går opp til gavltrekanten på andre siden, og virker som avstivning på takkonstruksjonen. Disse er felt sammen på halv ved i krysningspunktet.

Som navnet tilsier, har det tidligere hengt klokker i klokkebjelkene, men disse er senere fjernet.

En liten avsporing. Klokkene i takrytteren var ganske små og var antagelig ment til bruk under gudstjenestene. I støpulen ved siden av stavkirka er det mye større klokker, som antagelig var ment for å varsle hele sognet.



Bilde 50 Klokkebjelkene på plass og formet.



Bilde 51 Uthakingen til akslingen i klokkebjelkene. Foto Hans Marumsrud.

Takkonstruksjonen i nederste

høyde

Gavltrekanten består av en bindebjelke og to sperrer. Disse er felt sammen på halv ved, med sperrene felt utenpå bindebjelken, sett utenfra. Veggtilene i gavltrekanten holdes på plass i tilespor som er hogd i sperrene og bindebjelken. I endene mot toppsvilla og stavene er sperrene og bindebjelken felt inn i stavene, fram til halsen på toppsvilla. **Se bilde nr. 45.**

Takrytteren vi bygger, er noen centimeter bredere enn originalen. Vi endret derfor høyden på gavltrekanten for å beholde det samme forholdet mellom bredde og høyde som på Borgund. Avstanden mellom stavene stemmer med originalen, men stavene våre er antagelig litt bredere.

Inne i gavltrekanten står det veggtiler. På Borgund er disse antagelig gjenbruk fra en eldre kirke. Tilene er tjærebredd på innsiden, og tjærelaget er hogd bort der de er tilpasset tilesporene i sperrene. Bordene er omtrent 4 cm tjukke og mellom 28 og 38 cm brede. De er bladd sammen på halv ved og meddratt mot hverandre. Tilene er breiere enn tilesporet, og er derfor hogd av på baksiden inn mot tilesporet. **Se bilde nr. 25.**

Det er også tre lysglugger i hver gavltrekant. Rundt disse er tilene mer værslitt på den siden som i dag vender inn, noe vi tolker som at dette har vært utsiden i den tidligere konstruksjonen. Lysgluggene har en diameter på 14 cm på vestsiden og 13 cm på østsiden, og er svært jevnt hogd.



Bilde 52 Gavltrekanten på plass. På grunn av noen manglende mål av toppsvilla, ble gavltrekantene tatt av igjen, og toppsvilla formet ferdig.



Bilde 53 Veggtiler ferdig tilpasset ned i tilesporet i bindebjelken, og inn i sperra. Tilpasningen gjøres ved å hogge en fals til veggtila passer ned i tilesporet.

Delene i gavltrekanten er festet sammen med treplugger med en diameter på 30 mm. Sperrene er festet til bindebjelken med én plugg i hver sammenfelling, mens det i mønet er brukt tre plugger.

Det er felt ned to sideåser i sperrene, og en mønsås i toppen. Mønsåsen har trekantet form og følger takvinkelen på takrytteren, mens sideåsene er rektangulære. Sideåsene har en buet form opp mot taktroa i takutstikket.

Oversiden av åsene, skråstreverene og toppsvilla ligger 3,5 cm under overkanten av sperrene. Dette gjør at den stående taktroa kan ligge med oversiden jevnt med overkanten av sperrene. På den nederste høyden er taket bygd opp med to lag taktro: først en stående taktro og deretter en liggende, sulagt taktro.

Det er fire skråstrevere som går fra



Bilde 55 Åsene og en av skråstreverene er ferdig felt ned. De ligger 3,5 cm under oversiden av sperrene. Ser en på toppen av gavltrekantene kan en se de to forskjellige løsningene for mønsåsen.

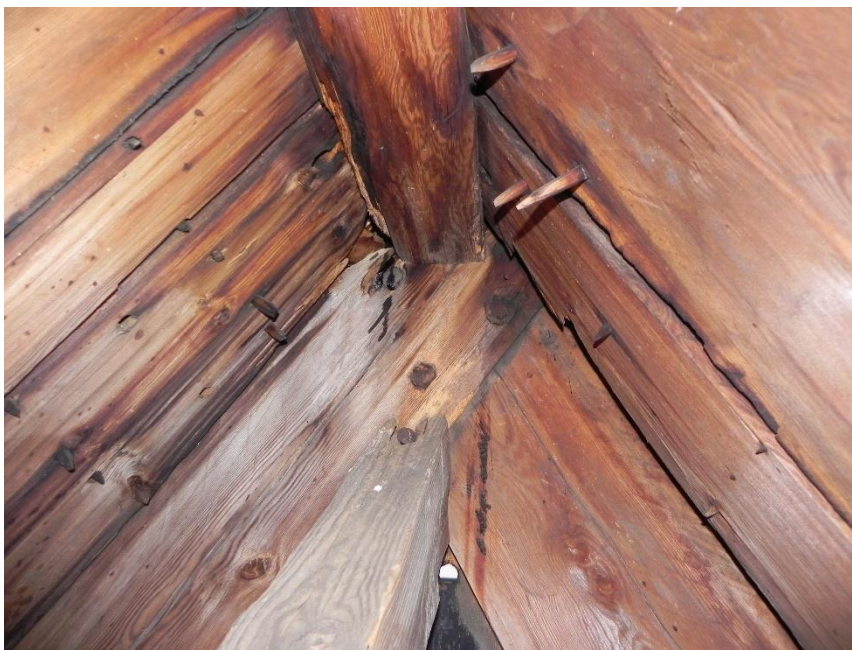
toppsvillene og opp til undersiden av sideåsene i takflatene. Disse er felt ned i toppsvilla og i sperra på halv ved i høyden. Skråstreverene er tydelig gjenbruksmaterialer og har høvlede profiler av en type vi finner i stavkirker som er en generasjon eldre enn Borgund, blant annet Urnes, Kaupanger, Hopperstad og Undredal. Tre av de fire skråstreverene har profil, mens den siste er uten. På de profilerte skråstreverene er det høvlet to profiler på den ene smalsiden og én på den ene breidsiden.



Bilde 54 Til høyre ser en hvordan skråstreverene er felt ned i toppsvilla. Ut mot takflaten er det en tapp som er hogd inn i toppsvilla, mens på innsiden er den haket imot falsen på toppsvilla.

Vi antok først at mønsåsen lå oppå en flate hogd ut i sperrene. Etter nærmere studier av bildene fra Borgund viste det seg at dette ikke kunne stemme. Dette oppdaget vi etter at vi allerede hadde hogd av toppen på den ene gavltrekanten. På detaljbildene kan vi se at sperrene fortsetter forbi underkanten av mønsåsen, og at den derfor ikke bare har ligget oppå en flate. Siden vi alt hadde hogd av toppen av det ene sperreparet, ble mønsåsen her plugget, og spikret fast.

Ut fra bildene fra takrytteren har vi konkludert med at det er hogd en hals i toppen av sperrene i gavltrekanten som mønsåsen er felt ned i. På kopien merket vi opp og hogg ut en hals på 10,5 cm. Siden mønsåsen er breiere enn halsen, vil kantene på mønsåsen låse den i lengderetningen, og vi trenger derfor ikke å lage en egen låstapp i sperra. På



Bilde 56 Bilde av mønsåsen på takrytteren, på siden ser en at veden i sperra fortsetter forbi underkanten av mønsåsen. Foto Hans Marumsrud

denne måten beholdt vi også mest mulig høyde i mønsåsen og dermed mest mulig styrke i emnet.

Tidsforbruket på å lage gavltrekantene var en stor overraskelse. Vi regnet med at det skulle ta relativt kort tid, men arbeidet viste seg å være langt mer tidkrevende enn forventet. Spesielt tilpasningen av tilene inn i tilesporene tok overraskende lang tid. Hver tile måtte tilpasses individuelt og prøves flere ganger før de passet i sporene.



Bilde 57 Takkonstruksjonen klar til å kles med stående bordkledning. En ser her også skråstreverene som er tappet ned i den midterste klokkebjelken.

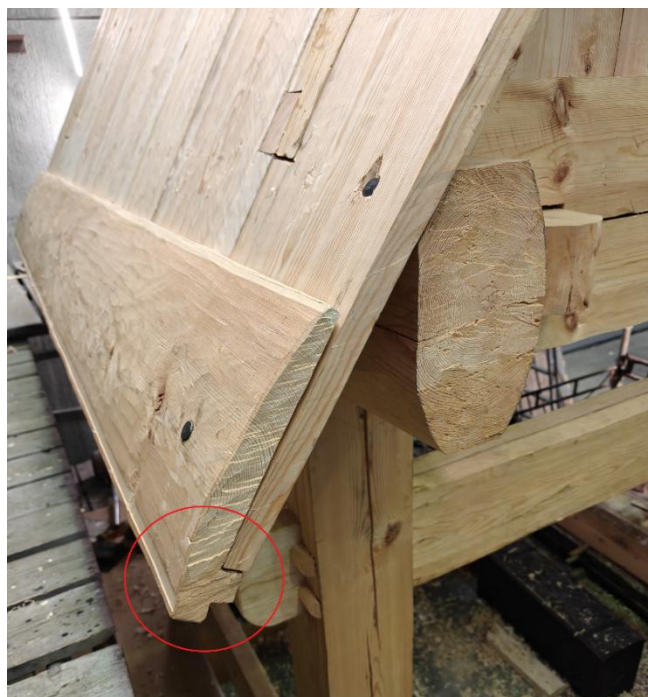
Taktroa

På takrytteren er det opprinnelig sulagte bord som utgjorde taktekinga. På den nederste høyden er det dobbel taktro. Den underste troa er stående, altså lagt i samme retning som takfallet. Denne har ingen fals og ligger kant i kant med de andre bordene. Siden åsene er felt ned i sperrene, slik at overkanten ligger 3,5 cm under overkanten av sperra, ligger overkanten av den stående taktroa dermed i flukt med overkanten av sperrene.

Oppå den stående taktroa ligger den sulagte troa på tvers av takfallet. Det nederste trobordet har en langsgående kam på undersiden som dekker endene av den stående troa. Denne beskytter endene av bordene mot vær og vind og danner samtidig en fin avslutning nederst på taket. Kammen og trobord er hogd ut av samme emne.

De liggende bordene er omtrent 4 cm tjukke og har en bredde på rundt 30 cm. Bordene kantes med avsmalning. På oversiden av hvert bord er det hogd ut en stor fals, omtrent 1,5 cm dyp og 10 cm bred. Etter at denne flaten er hogd, blir den høvlet med skavl og overgangen rundet av til en jevn bue. Når bordene legges, meddras de etter det foregående bordet slik at de ligger tett mot hverandre i overlappen. Meddraget blir omtrent 1,5 cm høyt og hogges omtrent 10 cm inn på baksiden av bordet. Omlegget på troa er omtrent 4 cm. Det nest nederste bordet er hogd noe ned i bakkant på oversiden, slik at vinkelen på dette bordet ikke avviker for mye fra resten av taktroa. Prinsippet kan sammenlignes med oppforingen av den nederste lekta ved legging av moderne takstein, slik at den nederste steinen får omtrent samme vinkel som de øvrige. Forskjellen er at en her har hogd ned bordet for å senke det, i stedet for å fore opp for å heve det.

Den stående taktroa er festet med treplugger i toppsvilla og åsene, og spikret i mønsåsen. Den sulagte troa er spikret i sperrene.



Bilde 58 Nederste sulagte trobord på plass. Rød ring markerer kammen som dekker endeveden på en stående taktroa.



Bilde 59 Formen på de ferdig lagte trobordene.

I Urnes stavkirke er bordene felt lenger ned, slik at flaten på undersiden omtrent ligger an mot den stående taktroa. Dette ville vært en interessant løsning også på Borgund med tanke på den store og tunge takrytteren som står oppå takkonstruksjonen, men konstruksjonen i Borgund er ikke utført på denne måten.

Taktroa har vært en svært arbeidskrevende del av prosjektet. Det er mange trobord som skal hogges og tilpasses. På takrytteren er taktroa relativt kort sammenlignet med på skipet, hvor de sulagte bordene er over 8 meter lange. En får virkelig respekt for håndverkerne som bygde originalen!



Bilde 60 Taktroa i Urnes stavkirke. Taktroa er en del tjukkere enn i Borgund, og er felt ned slik at baksiden ligger nedpå den stående taktroa.

Margretning i taktroa

Et spørsmål som har dukket opp under arbeidet, er hvorfor de sulagte takbordene ikke konsekvent ligger med margsidene samme vei. På Borgund ligger taktroa delvis med margen opp og delvis med margen ned, mens den på Urnes konsekvent ligger med margen ned. Hva kan grunnen til dette være? Under kløyvingen av stokker til taktroa på kopien begynte vi å se en mulig forklaring.

I kapitlet om kløyving beskriver jeg hvordan urolig ved kan føre til utrivninger i sidene på halvkløyvingene. Skal margsidene være oversiden på det ferdige takbordet, må utrivningene hogges bort for å få et tett bord. Det kan bety at mye virke må hogges bort, noe som både krever mer arbeid, og gjør at bordet blir smalere. Et alternativ er å la margsidene bli undersiden. Da trenger en ikke nødvendigvis å hogge bort hele utrivningen, så lenge den ikke går gjennom til oversiden av bordet. Baksiden må uansett dimensjoneres, og dermed kan en spare en del hogging.

Dette kan være en forklaring på at bordene på Borgund ligger med margsidene begge veier. Det vil samtidig gjøre flere emner brukbare som trobord.

De originale takbordene er ikke undersøkt på baksiden, så dette er foreløpig en tolkning basert på erfaringene fra kløyvingen i prosjektet. For å undersøke hypotesen nærmere måtte vi ha sett om bordene som ligger med margsidene ned, faktisk har slike utrivninger på undersiden.

Hvorfor ble det lagt spon?

Et ubesvart spørsmål er hvorfor det ble lagt spon oppå det sulagte taket. Med presist meddratte bord, 56° takfall og tjærebreing skulle en tro at den sulagte taktroa i seg selv kunne fungere som et godt tak. Ved sponlegging må det dessuten bores tusenvis av hull gjennom den eksisterende taktroa for å feste spona.

Vi har ingen sikker forklaring på hvorfor dette ble gjort. Det kan tenkes at det har vært vanskelig å holde taket tett ved enkelte detaljer, som for eksempel ved kilsperrene, men dette blir foreløpig bare en hypotese. Et sponkledd tak av god kvalitet, som blir godt vedlikeholdt, er svært holdbart og relativt enkelt å vedlikeholde, blant annet fordi enkeltspoon kan skiftes ut etter behov.



Bilde 61 De fleste svarte prikkene på bildet er tjære som trekker inn gjennom plugghullene til spona.

Mønekjøl

Mønekjølen er stokken som ligger over mønet og hindrer vann i å renne ned mellom de øverste takbordene. Denne er meddratt og felt ned over den liggende taktroa. Den gang det ble lagt spon på Borgund ble den nederste "leppa" på mønekjølen delvis hogd bort på den en side. På den andre siden ble det øverste trobordet hogd av, slik at spona kunne stikkes oppunder mønekjølen og gi en tett overgang.

Mønekjølen er hogd ut av ett emne. Den er 25 cm bred og 20 cm høy, med en 7 cm bred flate på toppen. På undersiden er det små flater som er vinklet etter "takfallet" på mønekjølen. Under tilvirkningen av mønekjølen ble høyden dimensjonert først, før skråsidene ble teljet. For å forenkle tilpassingen oppe på mønet grovhogde vi formen innvendig, slik at emnet lå rolig under meddragningen. Meddraget ble merket på de små flatene på undersiden av mønekjølen. Mønekjølen er profilert med en flat 19 mm profil i både over- og underkant på begge sider.



Bilde 62 Mønekjølen er ferdig tilpasset. Hans vurderer resultatet.

Vindskier på nedre del

Vindskiene på den nedre delen av takrytteren og på skipet i Borgund stavkirke er svært spesielle. Som nevnt under kapittelet materialkvalitet, er sannsynligvis den ene vindskia hogd ut av et overdimensjonert emne, og til den andre vindskia er det brukt en rotjare for å få buen opp mot mønet. De er L-formet, med vindski og isbord hogd ut av samme emne, og har en bue opp som dekker mønekjølen og dragehodet. Isbordet er meddratt og tilpasset ned over de liggende taktrobordene, og felt ned over mønekjølen.

Dragehodet er felt ned mellom vindskiene og ned i mønekjølen, og er festet med en treplugg. Oppå mønekjølen ligger den utskårne mønekammen, og denne er ligger i et v-spor hogd ut i bakkanten av isbordet. "Manen" på dragen er festet til nakken av dragehodet og dekker over v-sporet som holder mønekammen på plass.



Bilde 63 På bildet ser en hvordan emnet både er vindski og isbord i et. En ser hvordan isbordet er meddratt og hogd etter den sulagte taktroa. Foto Hans Marumsrud



Bilde 65 Sammenfellingen av vindski/isbord, mønekjøl, og mønekam. Dragehodet er tatt ned, men en ser hvordan en plugg har låst dragehodet på plass. Foto Hans Marumsrud

Finne emne til vindski

Siden vindskia også har isbordet i samme emne, er det et stort tre en må leite etter, helst med 30 cm malme i toppenden av stokken, omtrent 3 meter opp. Rotjaren en skal ha med, må også være stor, med en diameter på over 30 cm, dette for at en skal ha nok ved til sammenfellingene ved mønet. Den må vokse ut fra senter av treet og relativt vinkelrett fra stammen. Den må søke passe mye nedover i bakken, samtidig som den har en jevn og fin bue i overgangen mellom stamme og rot.



Bilde 64 Treet vi fant som oppfylte kravene vi hadde satt for vindski med rotjare. Det er rotjaren til venstre som skal brukes.

Det treet vi fant som kunne egne seg hadde svært mange og grove røtter. Det var også mye stein som hadde vokst inn i rotsystemet. Siden vi skulle bruke en av røttene måtte hele treet felles ved å kappe av alle røttene, for så å dra det over ende med kjettingtalje. Selv om vi grovdimensjonerte emnet var det svært tungt å dra ut, selv med motorvinsj.

Mesteparten av denne løsningen ble hogd bort på Borgund den gang da det ble lagt takspen på kirka. Hans har imidlertid dokumentert løsningen og funnet nok spor til at vi kan rekonstruere vindskiene. Det er også noen hull i vindskiene som kan tyde på at det har vært festet noe på undersiden, men hva dette eventuelt har vært, vet vi ikke.

Vi har funnet, og felt to emner til vindskiene, men har ikke hatt tid til å tilvirke og tilpasse dem.



Bilde 66 Grovdimensjonering av vindskiemnet.

Rotknær

I Borgund stavkirke er det brukt rundt 150 rotknær i konstruksjonen. Disse har forskjellige størrelser og utforminger. De største og kraftigste rotknærne finner vi mellom stavene under tengene, og mellom toppsvillene og sperrene. Disse er omtrent 12 cm breie og kan være opptil 2 meter lange i stammedelen. Innvendig i stavkirkene er rotknærne både teljet til skarpkant på sidene, og buedelen. Det er også brukt mindre knær, blant annet i takrytteren. Disse er ikke så breie eller lange, omtrent 60 cm hver vei og mellom 8 og 10 cm breie.

Som nevnt i materialkvalitetskapittelet er det i Hopperstad og Urnes brukt noen knær av lauvtre. Det ble også laget noen rotknær i granvirke under istandsettelsen av Heddal stavkirke på 1950-tallet.

Det er en tidkrevende prosess å både finne og grave fram rotknær. Det er derfor flere

"krav" et tre bør oppfylle før en begynner å grave. Rota må vokse relativt vinkelrett ut fra stammen og danne en god 90° vinkel mellom stamme og underkanten av rot. Rota som skal brukes, må ha stor nok dimensjon langt nok ut og være uten for mye sleng. Det er også viktig at underkanten av rota går langt nok ned før den vokser utover. Går rota ut fra stammen som et bøyd rør, er den lite egnet som rotkne. Disse kravene kan til en viss grad kompenseres for dersom kneet er stort nok.

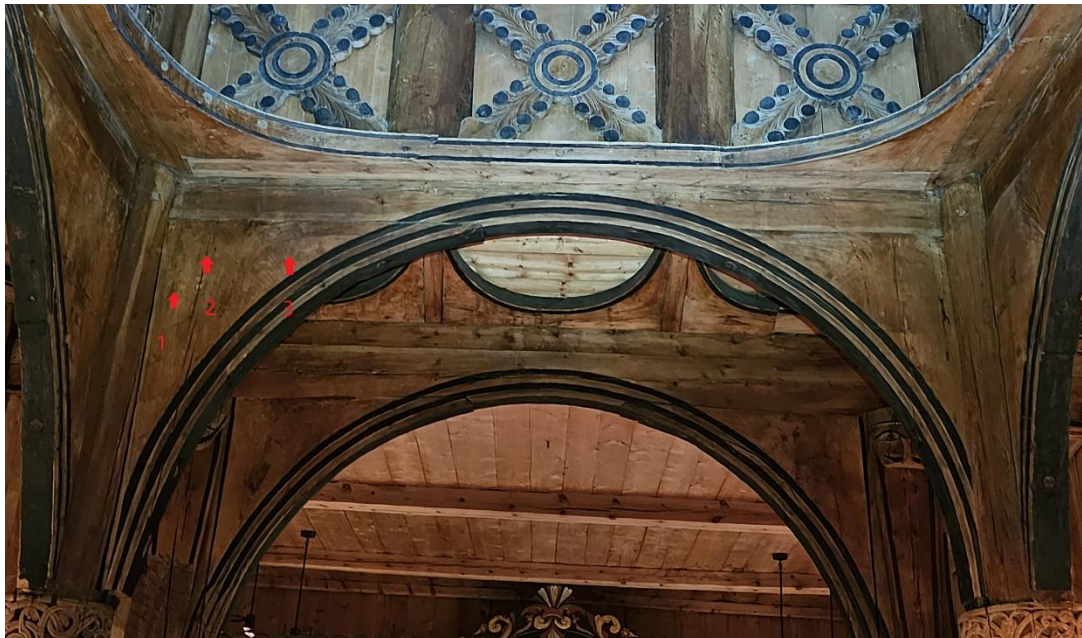
Avhengig av hvor kneet skal brukes, bør rotknærne ha en fin bue i overgangen mellom stamme og rot. Der dette har manglet, har håndverkerne felt inn en bit for å fullføre buen. I de store rotknærne har de tatt med hele stammen i tillegg til kneet, for å øke størrelsen på kneet. **Se bilde 68**

En interessant undersøkelse kunne være å måle størrelsen på stammedelen på rotknærne for å anslå størrelsen på trærne som har blitt brukt.



Bilde 67 Takkonstruksjonen i Borgund. Alle buene en ser på bildet er rotknær, pluss noen til.

I takrytteren er rotnærne som nevnt mindre både i lengde og dimensjon. Noen av dem har heller ikke den jevne buen som vi finner på rotnærne innvendig i kirka. Det er naturlig å tenke at knærne som er brukt i takrytteren, kan ha vært emner som ikke ble vurdert som gode eller store nok for de mer synlige plasseringene inne i kirka.



Bilde 68 Rotknær i Høre stavkirke. 1: Stammedelen av rotnæet. 2: Margen i treet. 3: Rota.

Finne rotnær

I skogen der vi har leita etter rotnær, er det hard morenejord. Dette gjør at røttene ikke søker så mye nedover, men heller legger seg utover i jorda. På enkelte voksesteder med løsere jord har vi sett at røttene kan søke for mye nedover. I hellende terreng med morenejord har vi funnet flere gode knær.

Ulempen med morenejord er at det ofte er mange og til dels grove røtter på trærne.

Dette gjør at det er svært tidkrevende å grave frem og kappe røttene for å få ned treet.



Bilde 69 Rotkne funnet i hellende terreng, på morenejord. Stort nok til å kunne bli brukt i omgangen i Borgund, mangler litt på å ha en fine buen mellom stamme og rot.

Et av knærne vi har brukt i takrytteren, fant vi i myr. Dette var en positiv erfaring. Etter å ha gravd fram røtter på morenejord, var det i myra vesentlig enklere å avdekke og kappe røttene, og det var færre røtter. Fra vi begynte til rotkneet var ferdig og klart til å transporteres ut, tok det omtrent 1 time. På morenejord kan en fort bruke 2–3 timer på å grave fram røttene og felle treet.

En interessant observasjon er at røttene i våte myrer ser ut til å legge seg flatere utover og helst over vannspeilet. I «tørrere» myrer kan røttene søke vel mye nedover til å kunne brukes som rotkne.

Vi har i arbeidet med å finne rotknær brukt motorsag og bajonettsag for å kappe røttene. Dette ble hovedsakelig valgt for å spare tid, da det nærmet seg vinteren.

Vi har vært inne på tanken om at noen av knærne i takrytteren kan være tatt ut i overgangen mellom stamme og grein på furu. Dette skyldes formen på et av knærne i takrytteren, som har en svært markert 90° knekk uten særlig bue mellom stamme og rot. Kristen Aamodt mener dette ikke er sannsynlig, da det i overgangen mellom stamme og grein på et furutre vil være svært mye tennar. Det vil gi svært urolig ved i kneet og ikke den samme styrken som et kne fra stamme til rot. Derimot vil en kunne bruke stamme og grein av løvtre, da disse danner reaksjonsved annerledes enn nåletrær.¹⁹

Tilvirkning av rotknær

Vi valgte å bruke høytrykksspyler for å reingjøre emnene. Dette ble gjort for å unngå å hogge i stein og jord med verktøyene, og for å spare tid. Samtidig fikk vi fjernet en del av barken.

Videre skal knærne merkes opp, og når de er ferdig hogd, bør de være relativt flate og parallelle. Nøyaktig hvilken metode de har brukt for å merke opp rotknærne, vet vi ikke. Et alternativ er å legge kneet ned på et flatt underlag og justere opp kneet med kiler til kneet får en retning som passer. Deretter meddrar en kneet etter flaten det ligger på med en passer. Opprinnelig kan dette ha blitt gjort ved å lage en liten rigg med teljede bord som ble spikret sammen til en platting.



Bilde 70 Oppmerking av rotkne. Å legge ned kneet og merke etter noe tilnærmet flatt var en rasjonell måte å jobbe på.

¹⁹ Aamodt, K. (1998). *Knær. Tradisjoner og egenskaper*.

På grunn av formen er det vanskelig å merke rotkneet med sotsnor. En kommer ikke ordentlig til inne i buen. Det går an å sette opp kneet i lodd og først merke opp loddstreken på baksiden, før en slår med snor den delen som ikke er merket i lodd.

Min tanke er at det vil ta lengre tid å sette opp kneet og sverte det av for å kunne merke i lodd, enn det vil ta å legge det ned og justere det med kiler. Men som nevnt over vet vi ikke hvordan dette opprinnelig ble utført.

Veden i rotknærne er svært urolig og går i alle retninger. Det er derfor nødvendig å snu kneet mange ganger underveis i tilhoggingen, men det går overraskende greit å hogge til tross for den urolige vedretningen. Det skal sies at emnene ble hogd kort tid etter felling og var helt ferske. Vinkelen på kneet må meddras og tilpasses under monteringen.

Montering av rotknær

Rotknærne i takrytteren er tilpasset og montert mot skråflaten på toppen av toppsvilla. Under boringen av de permanente pluggene låses knærne med en 20 mm plugg i hver ende. Disse bores litt innenfor enden på rotkneet slik at vi kan lage koniske plugg. På denne måten kan kneet strammes opp før vi borer hullene i toppsvilla og bindebjelken. Vi setter også inn en 20 mm plugg på oversiden av kneet for å stabilisere det under boringen av de store pluggene.

Hvert kne festes med fire 32 mm plugg, to i toppsvilla og to i bindebjelken. En må tenke seg litt om under plasseringen av pluggene, fordi skaftet på boret kan slå borti klokkebjelkene og skråstreverne i taket. Pluggene festes med en kile i hver ende. Vi har ikke sett tegn til at pluggene går gjennom toppsvilla eller bindebjelken. Pluggene festes derfor med en kontrakile inne i hullet.

Det tar overraskende lang tid å lage og tilpasse pluggene. Dette var en del av arbeidet jeg ikke hadde regnet med skulle ta så lang tid. For at pluggene skal låse godt, må de lages presist.



Bilde 71 Rotkne montert. I hver ende og på oversiden sitter en liten kileformet plugg. Vi merker ved enden av kneet og borer med merket som senter. Deretter slås kilene inn slik at kneet strammes og holdes på plass før vi borer for de store pluggene.

Tidsforbruk

Det går mye tid fra en er i skogen og leiter etter emner til rotkneet er ferdig tilhogd og montert. Jeg har gjort en tidsstudie for å vise hvor mye tid det tar å lage et kne. Det er selvsagt noen usikkerhetsmomenter her, spesielt når det gjelder tiden det tar å finne et egnet emne. Det har mye å si om en kjenner skogen godt, hvor mange og hvor grove røtter treet har, og hvilket jordsmonn det står i. Står treet en myr, kan det gå relativt kjapt. Står det på morenejord, kan det ta lang tid å grave fram og kappe alle røttene. Tidene her blir derfor et gjennomsnitt av rotknærne vi har funnet.

1. Finne et passende rotkne.	1 t.
2. Grave fram og kappe røtter	2 t.
3. Grovdimensjonere og transportere.	2 t.
4. Rengjøre og barke.	2 t.
5. Merke og dimensjonere.	2 t.
6. Tilpasse mot toppsviller.	2 t.
7. Spenne fast med plugger.	1 t.
8. Bore plugghull.	1 t.
9. Spikke plugger og kile fast disse.	3 t.

Totalt:	ca. 16 timer pr. kne
---------	----------------------

Tidene her er justert i forhold til et tidligere blogginnlegg. Det skal samtidig understrekes at vi har brukt moderne hjelpemidler som motorsag, bajonettsag, høytrykksspyler og bil til transport.

Rotknærne til takrytteren er dessuten små sammenlignet med de største knærne som er brukt inne i Borgund stavkirke. Tidsstudien kan derfor ikke uten videre brukes som et anslag for hvor lang tid det tok å framstille rotknær i middelalderen.

Hvor lang tid det ville tatt å tilvirke et rotkne i samme størrelse og med tilsvarende teknikk og verktøy som på 1100-tallet, burde undersøkes gjennom et eget arbeidsforsøk og en ny tidsstudie.

Midtre høyde

Konstruksjonen i den midtre høyden er svært lik den nederste høyden av takrytteren, men i mindre format. Den består på samme måte av fire staver med sviller mellom, men skiller seg særlig fra den nederste høyden ved oppbyggingen av taket og bæringen av den øverste høyden.

Som tidligere nevnt hadde vi en annen tilnærming under arbeidet med den midterste høyden enn med den nederste. Her gjorde vi det antagelig mer i tråd med den opprinnelige arbeidsmåten ved å hogge ut alle tapphull og tilespor i stavene før vi begynte å tilpasse svillene imellom. Det virker som om tilesporene har vært et utgangspunkt for tapphullene. Selv om tapphullene enkelte steder er større, ser vi at enten framkanten eller bakkanten av tilesporet stemmer overens med en av sidene i tapphullet.

Erfaringen med å hogge alle tapphull og tilespor i én operasjon var god. Dette forenklet tilpassingen og sammensettingen og sparte mye tid og grubling. Under tilpassingen var vi igjen for forsiktige og la inn 1 cm overmål. Delene stemte såpass godt sammen at dette egentlig viste seg å være unødvendig.



Bilde 72 Midtre høyde montert på nederste høyde. Stavene hviler over to trobord, og bunnsvilla på tvers av mønet er felt sammen med mønekjølen.



Bilde 73 Underkanten av svilla mellom stavene stikker 1 cm utenfor kanten på stavene.

Mellom stavene er det felt inn to utskårne bord på nord- og sørsiden. Disse står i tilespor hogd i stavene. Mellom det øverste utskårne bordet og toppsvilla er det en glippe på omtrent 4 cm. Radien på sirkelen i utskjæringene er 67 cm, mens avstanden mellom stavene er 70 cm. På grunn av varierende tjukkelse på bordene ble de hogd til og tilpasset hovedsakelig på baksiden for å passe inn i tilesporene.

Oppå toppsvillene ble det felt ned fire planker som bærer den øverste høyden. To ligger i retning øst–vest og to i retning nord–sør. Plankene som ligger øst–vest, er felt ned først, mens de to kryssende plankene deretter er felt sammen med disse på halv ved.



Bilde 74 De fire krysslagte plankene som bærer øverste høyde. I midten ser vi enden av spirstanga. Foto Hans Marumsrud

På bildene av originalen ser det ut til at de nederste plankene er felt litt lenger ned enn de to øverste. Dette kan være gjort for å beholde mer ved i sammenføyningen mellom plankene og dermed øke bæreevnen. Siden disse plankene ligger svært nær toppsvillene, kan de være utsatt for å revne, fordi det er lite ved mellom innfellingen mot toppsvilla og sammenføyningen mellom de kryssende plankene.



Bilde 75 Vi valgte å felle de to underste plankene i full dybde, 2 cm inn i toppsvilla, for å sikre tilstrekkelig bæring av øverste høyde.

Vi valgte derfor å felle de nederste plankene ned i full dybde de første 2 cm inn fra kanten av toppsvilla. Videre innover ble plankene felt sammen på halv ved. Grunnen til at vi ikke felte dem ned i full dybde hele veien, var at innfellingen går så langt ut mot kanten av toppsvilla at dette ville svekket den betraktelig.

Det er svært trangt i den midtre høyden, og vi har derfor ikke nøyaktig dokumentasjon på hvordan de fire plankene opprinnelig er felt inn i toppsvillene. Billedokumentasjonen vi har tilgang til, gir heller ikke noe sikkert svar på hvor dypt de er felt ned. For å kunne dokumentere dette nøyaktig måtte taket på den midtre høyden vært demontert.

Det er vanskelig å merke opp disse plankene og få en tett og fin sammenføyning, fordi avstandene mellom plankene og toppsvillene er svært små. I originalen er det til dels store glipper, og gjennom arbeidet med kopien ble det forståelig hvordan disse kan ha oppstått. En må lodde opp ytterkantene og hogge etter merkene. Er det ujevnheter i emnene, vil selv små avvik kunne gi glipper i sammenføyningen.



De fire plankene danner bæringen for den øverste høyden. Stavene er tappet gjennom begge lagene med planker. Tapphullene er 6 × 10 cm og går gjennom begge plankene, til sammen 11–12 cm.

Den midtre høyden er tilpasset og felt ned på taket av den nederste høyden etter samme prinsipp som den nederste høyden er tilpasset taket på skipet. Forskjellen er at det i hver stav kun er brukt én 40 mm treplugg gjennom taktroa og to spiker som går ned i åsene under.

Taket på den midtre høyden er valmet. Sperrere er festet mot



Bilde 77 Plankene ferdig nedfelt, og tappene for stavene til den øverste høyden er hogd ut. I stavene sees systemet for tappene til toppsvillene.

underkanten av bunnsvilla og i stavene til den øverste høyden. På denne måten bidrar takkonstruksjonen i den midtre høyden også til å stive av den øverste høyden. Taktekkingen består av liggende, sulagt tro. Det øverste trobordet går inn under kanten på bunnsvilla til den øverste høyden og er tilpasset mot stavene. Trobordene er gjæret mot hverandre over gradsperrene, og over disse ligger det en mønekjøl.

Tilpasning av midtre høyde

På grunn av tidsmangel fikk vi ikke gjort et forsøk på å montere den midtre høyden slik vi antar at dette kan ha blitt gjort opprinnelig. Som tidligere beskrevet under «montering av takrytteren», satte vi sammen hele høyden på bakken og løftet den opp på taket med truck. Vi fikk derfor ikke prøvd selve monteringsrekkefølgen, men fikk prøvd ut tilpassingen av den ferdig sammensatte høyden mot taket.

Bunnsvillene måtte felles ned over mønekjølen på den nederste høyden samtidig som de fire stavene ble meddratt mot den sulagte taktroa. Høyden måtte derfor senkes gradvis mens vi arbeidet oss fram mot riktig anlegg på både bunnsviller og staver.



Bilde 78 Sammenfellinga av bunnsvilla og mønekjølen.

Bunnsvilla i den midtre høyden er felt 7 cm ned over mønekjølen. Sammenfellingingen er fordelt mellom et 3 cm dypt hogg i mønekjølen og et 4 cm dypt hogg i bunnsvilla. Dette låser bunnsvilla mot mønekjølen og hindrer at høyden kan forskyve seg sideveis.

Stavene ble samtidig meddratt mot den sulagte taktroa. Hver stav står over to trobord, og undersiden av staven får derfor en trapping som følger bordene. Hver stav skal festes med én treplugg og to spiker. Trepluggen går gjennom taktroa, mens de to spikerne går ned i åsen under.

Takrytteren skal flyttes etter at prosjektet er ferdig. På grunn av takrytterens høyde skal den midtre og øverste høyden beholdes sammen og fraktes som én del. Taket på den nederste høyden skal løftes av,

slik at den nederste delen kan fraktes i to deler. Den midtre og øverste høyden står nå montert ved siden av den nederste høyden. Den midtre høyden er derfor ikke festet til den nederste høyden.

Øvre høyde

Den øverste høyden består også av fire staver. Disse er tappet ned gjennom de fire kryssende plankene i den midtre høyden, som er beskrevet tidligere. Stavene har en litt annerledes utforming enn i høydene under. Dimensjonen er 12,5 x 15 cm, men fra 20 cm under bunnsvilla og ned til tappene i bunnen er stavene teljet ned 5 cm på den ene siden. Dimensjonen blir her da 12,5 x 10 cm. Sperrere til taket på den midtre høyden er, som tidligere nevnt, felt mot stavene og undersiden av bunnsvilla i den øverste høyden.

Alle svilldelene i den øverste høyden er svært korte og derfor utfordrende å hogge på. Selve tilvirkningen er grei ved at en kan telje et emne på rundt to meter og få for eksempel alle toppsvillene ut av dette emnet. Utfordringen kommer når vi skal hogge tappene, og tilpasse de korte delene.

Både bunn- og toppsvillene er felt inn i stavene med en 2,5 cm bred og 7 cm dyp tapp. Det betyr at tappene i for eksempel toppsvillene møtes inne i staven. Dermed må den ene tappen hogges noe av for å få svillene helt inn mot staven.

Toppsvilla skiller seg fra de resterende svillene i takrytteren. På utsiden er det hogd en rett kant ned til tappen, mens det på



Bilde 79 En vegg klar til plugging. Under bunnsvilla ser en at dimensjonen er hogd ned.



Bilde 80 Toppsvillene i øverste høyde har en litt annerledes utforming. På baksiden er det en mellomting mellom en kinning og en bue inn mot tappen.

innsiden er hogd en form som er en mellomting mellom en kinning og en bue ned til dimensjonen på tappen.

Svillene er festet med treplugger gjennom stavene. På øst- og vestsiden er svillene festet med én plugg, mens svillene på nord- og sørsiden er festet med to plugger. Dette er antagelig gjort for at pluggene ikke skal komme i veien for hverandre. Hvis svillene på begge sider hadde vært festet med to plugger, ville det vært fare for å bore inn i eller gjennom pluggene fra den motstående siden. Det er vanskelig å se dette utvendig på grunn av sponkledningen som går oppover stavene, men ved å studere bilder fra innsiden kan vi se hvordan svillene er plugget.

På alle fire sidene er det felt inn et stående bord mellom bunn- og toppsvill. I hvert av disse bordene er det skåret ut et dekorativt felt som i formen kan minne om et nøkkelhull. Alle fire har forskjellig utforming, men nøyaktig hvordan de ser ut er vanskelig å fastslå, siden de er dekket med tykke lag med tjære. I motsetning til den nederste og midtre høyden ligger tilesporene her i bunn- og toppsvilla. Det er også boret ut et ventilasjonshull inn til tilesporet i hver av de fire bunnsvillene.

På vestsiden er det skåret inn et kors i begge stavene. Det ene er relativt rent skåret, mens det andre er grovere utført. Hvorfor korsene er skåret inn, vet vi ikke. Siden de står på vestsiden, har vi vært inne på tanken om at plasseringen kan ha sammenheng med at hovedinngangen til stavkirka ligger



Bilde 81 På alle fire sidene er det felt inne utskjærte bord. I motsetning til de to høydene under, er disse bordene felt inn i bunn og toppsvill. Det er derfor lagd ventilasjonshull i bunnsvilla.

mot vest, og at korsene kan ha hatt en beskyttende betydning. Dette blir imidlertid bare en tolkning.

Inne i den øverste høyden er det felt inn to bord som har til oppgave å styre og bære spirstanga på toppen av takrytteren. Det nederste bordet styrer spirstanga. Dette bordet er felt opp i to tverrgående planker som er tappet inn i stavene, like over de fire bæreplankene mellom den midtre og øverste høyden. I toppsvillene er det felt ned et bord som bærer spirstanga. Spirstanga har en trapping ved dette punktet, og det er flaten i denne trappingen som bærer vekta av spirstanga.

Taket på den øverste høyden er også valmet. Sperrene er felt inn mot spirstanga. Dette bidrar både til å bære takkonstruksjonen og til å stive av spirstanga. Tekkingen består også her av liggende, sulagte bord.



Bilde 83 Bordet som styrer enden av spirstanga.



Bilde 82 Bordet som bærer spirstanga. Hans forborer.

Spirstanga

Øverst på takrytteren står en spirstang. Denne er hogd ut av en stokk, med en jernstang på toppen som vindfløyen er montert på. I overgangen mellom spirstanga og jernstanga er det to båndjern som skal hindre at spirstanga revner. Øverste del av spirstanga har vært skiftet ut en gang i løpet av kirkens levetid og er skjøtt mellom taket og den synlige delen av spirstanga. Dette er utført med en bladskjøt som er sikret med et stålband

rundt. Om spirstanga som sitter på takrytteren i dag har samme utforming som den originale, har vi ingen kunnskap om. Vindfløyen på toppen av spirstanga har vært reparert. Om jernstanga er original,



Bilde 84 Bladskjøten og stålbandet som holder spirstanga på plass. Foto Hans Marumsrud

vet vi ikke. Selve værhanen ble skiftet ut i 2011 da den var svært slitt og ikke lenger sveiv rundt. Den originale værhanen ligger på besøksenteret og kan sees der.

Spirstanga har en synlig lengde på 2,1 meter, men fortsetter ned gjennom den øverste høyden og nesten ned til toppsvilla i den midtre høyden. Som beskrevet under «Øvre høyde», bæres spirstanga av en liten flate som ligger an på et bord som er felt ned i toppsvillene på den øverste høyden.

Taksperrene til den øverste høyden går opp mot spirstanga og er med på både å bære og støtte den. Nederst er spirstanga tredd gjennom et annet bord som "styrer" spirstanga før sperrene monteres.

Spirstanga har en spesiell utforming. Den nederste delen, som ikke er synlig, har firkantede former med forskjellige dimensjoner. Den øverste delen, som er synlig, har rund form, også her med forskjellige dimensjoner. Emnet som vi brukte til spirstanga måtte være 5,2 meter langt og ha en dimensjon på 25 × 25 cm, med minimum 30 cm malme i rotenden, for at hele spirstanga skal være i rein malme.

Vi valgte å hogge spirstanga med rotenden opp, slik at den feitesten veden kom i den synlige og mest værutsatte delen.



Bilde 85 Spesiell form på den øverste delen av spirstanga.

Tilvirkning

Emnet vi lagde spirstanga av ble skåret for to år siden og var helt tørt da vi begynte arbeidet. For å hogge ut formen på en rasjonell måte måtte vi uansett telje stokken til en boks på 25 × 25 cm. Dette forenklet oppmerkingen av de forskjellige formene og dimensjonene. Først merket vi opp senterstreker på to sider. Deretter merket vi lengdene på de forskjellige dimensjonene, før breddene

ble merket ut. Alle merkene ble gjort på begge sider av emnet og fungerte som dybdemerker under hoggingen. Formene mellom merkene på den øverste delen ble merket på frihånd.

På den øverste delen er det en fordel å begynne med å hogge V-sporene og endene på vulstene for å ha noe å hogge mot. Det er litt annerledes å hogge buede former enn rette flater, og en må hogge litt mer etter intuisjon enn når en teljer slette flater. Etter at de to første sidene er ferdig hogd, merker en opp nye senterstreker over de hogde flatene. Ut fra disse merkes formen på de to gjenværende sidene, før de også hogges. Siden spirstanga har rund form, må hele formen hogges til først firkant så til åttekant, deretter til sekstenkant



Bilde 88 Spannende å hogge andre former en bare flater.

og til slutt til trettitokant. Etter hoggingen ble den øverste delen av spirstanga høvlet med skavl.



Bilde 87 Oppmerking fra senterstrek.



Bilde 86 Ferdig hogd til firkant.

Den nederste delen, som er firkantet, er vesentlig raskere å hogge. Også her merker en opp dimensjonene ut fra senterstrekene. Den nederste delen som skal tres gjennom styrebordet, må teljes relativt slett slik at den går greit gjennom tapphullet på bordet som bærer spirstanga.



Bilde 90 Hogd til åtte kant.



Bilde 89 Hogd til trettito kant. Klar til å høvles med skavl.

Montering

Spirstanga er svært topptung, og en kan lure på hvordan håndverkerne klarte å montere denne 18–20 meter over bakken i middelalderen. Vi tror ikke originalt at spirstanga ble løftet over den øverste høyden og tredd ned gjennom bordene som bærer og styrer den. Dette framstår som en umulig og risikabel måte å montere den på.

Vi tror en mulig løsning kan ha vært å montere det øverste bordet som bærer spirstanga først. Deretter kan to av sidene i den øverste høyden ha blitt stående uplugget, slik at to av sidene kunne trekkes fra hverandre. Spirstanga kunne da løftes inn fra siden sammen med bordet som bærer den, før bordet ble lagt på plass i toppsvillene. Deretter kunne sidene skyves sammen igjen og toppsvillene plugges. På denne måten slapp håndverkerne å løfte den 5,2 meter lange og topptunge spirstanga over konstruksjonen og balansere den mens den ble tredd ned gjennom styrebordet.

Dette er et tankeeksperiment basert på hvordan konstruksjonen er bygd opp og erfaringene vi gjorde under monteringen av kopien. Vi har ingen dokumentasjon som viser hvordan spirstanga opprinnelig ble montert.

På grunn av tidsnød hadde vi allerede plugget sammen den øverste høyden da spirstanga skulle monteres. Vi måtte derfor løfte spirstanga opp og tre den ned gjennom den ferdig sammensatte

konstruksjonen. Selv med truck og jekkestropper var dette ikke en enkel operasjon, at dette kunne vært gjennomført med 1100 tallets teknologi og verktøy anser jeg som usannsynlig.



Bilde 91 Spirstanga montert. Sperrene til den midterste høyden er også montert, og klar til bordteking. En kan såvidt se enden på spirstanga inne i den midterste delen.

Tjære

Tjære er svært viktig for stavkirkene. Den virker som et tettemiddel og er helt avgjørende for å holde sponkleddet tak tette. På takspen borer en, som tidligere nevnt, flere tusen hull i taktekkingen. Tjæra legger seg rundt pluggen eller spikeren som holder spona fast, og tetter slik at vann ikke kommer gjennom.

Det er i dag noen utfordringer med tjæra. Den renner fort av takene, og det er vanskelig å bygge opp et tilstrekkelig tjukt slitelag. Det kan virke som det tidligere har blitt bygd opp et tjuukkere slitelag, men hvordan dette ble gjort, vet vi ikke. Om tjæra ble tilsatt noe, eller om tilvirkningsmåten hadde betydning for egenskapene, er også usikkert. I dag brukes blant annet knust trekull og sand tilsatt i tjæra for å få den til å binde bedre.

Milebrenning av tjære

Som en del av stipendiatperioden har jeg deltatt i et kurs om milebrenning av tjære, arrangert av Fortidsminneforeningen. Dette ga et innblikk i hele prosessen, fra bygging, brenning og tapping av mila. Milebrent tjære framstilles av feitved fra furu. Det er særlig den nederste delen av stammen og røttene som inneholder mye harpiks og egnert seg til tjærebrenning. Feitveden kløyves opp til mindre stykker, kalt spik, mens yteveden hogges bort.



Bilde 92 Mila er bygd, og klar til å dekkes til. Torv med mye tyttebærlyng er passe tett.

Mila bygges på en svakt skrånende milebunn med fall inn mot midten. Under mila ligger en tjærestokk som samler opp tjæra og leder den ut til tapping. Milebunnen tekkes med never, og veden stables tett rundt en navlekjepp i sentrum. Veden må ha fall inn mot midten, slik at tjæra kan renne ned mot tjærestokken.

Når mila er ferdig stablet, dekkes den med torv og tettes mot luft. Prinsippet er at veden ikke skal brenne, men varmes opp med begrenset tilgang på oksygen. Under brenningen må mila passes kontinuerlig og lufttilgangen reguleres. Fargen på røyken gir en indikasjon på hvordan brenningen går. Gråhvit røyk er ønskelig, mens svart røyk tyder på for stor lufttilgang og at veden brenner.

Tjæra tappes jevnlig under brenningen. Tjæra som kommer ut på forskjellige tidspunkt i prosessen har ulike egenskaper og bruksområder, og temperatur, farge og tidspunkt for tapping bør derfor registreres.

Hele beskrivelsen av milebrenningen, med bilder og en mer detaljert gjennomgang av arbeidsprosessen, kan leses [her](#).

Erfaringer med tjærebreing fra Audunarstova

Som en del av stipendiatperioden deltok jeg i september 2025 på tjærebreing av Audunarstova på Hólar på Island. Audunarstova består av en laftet del og en stavdel. Den ble bygd som et samarbeidsprosjekt mellom norske og islandske håndverkere. Bygningen er en rekonstruksjon av en middelalderbygning som tidligere sto på samme sted.

Arbeidet ga erfaring med hvordan vær og temperatur påvirker tjærebreingen. Lav temperatur og tørt vær viste seg å gi gode forhold, mens direkte sol og høy temperatur på veggen førte til at tjæra begynte å renne. Arbeidet viste at rådet i Magnus Lagabøtes landslov fra 1274 fortsatt virker svært relevant. Der står det at tjærebreingen skulle utføres mellom siste lauvfall og første snøfall.



Bilde 93 Underveis i tjærebreinga.

Før tjærebreingen kostet vi bort løs tjæra med relativt stive vaskebørster. Målet var ikke å komme ned på bart treverk, men å bevare det eksisterende tjærelaget og bygge videre på dette. Treverket måtte være tørt før påføring. Den milebrente tjæra ble varmet opp i vannbad til omtrent 70 °C. Oppvarmingen gjør tjæra lettere å stryke ut og bidrar til at den binder seg bedre til underlaget.

Vi gjorde også et forsøk med innkokt tjære. Tjæra ble varmet til omtrent 180 °C og holdt på denne temperaturen i tre timer. Under innkokingen fordampet omtrent 25–30 prosent av innholdet, og etter avkjøling ble tjæra svært hard. Tanken bak forsøket var å bruke den innkokte tjæra til å bygge opp et tykkere og mer slitesterkt lag.

Forsøket viste samtidig noen utfordringer. Den innkokte tjæra måtte varmes betydelig mer enn vanlig tjære for å kunne strykes ut. Ved omtrent 160 °C lot den seg påføre godt og ga et vesentlig tykkere lag. Problemet oppsto da sola varmet sørveggen til rundt 70 °C. Da begynte det tykke laget med innkokt tjære å sige og renne av i store klumper. Forsøket viste dermed tydelig hvor stor betydning temperaturen og været har under påføringen av tjære.

Arbeidet på Audunarstova var også et samarbeid mellom norske og islandske håndverkere. Vi påførte to lag tjære på sør-, øst- og vestveggen, mens nordveggen var i så god stand at den i hovedsak ikke ble behandlet. De islandske håndverkerne skulle senere påføre ytterligere et lag i løpet av høsten.

En mer detaljert beskrivelse av tjærebreingen og forsøket med innkokt tjære kan leses [her](#).

Aktiviteter i stipendiatet

For å vise bredden i aktivitetene jeg har deltatt på gjennom stipendiatperioden, listes noen av dem opp her:

Takrytterprosjektet og praktisk arbeid

- Finne og bestille relevante verktøy til prosjektet
- Finne tømmer til takrytteren
- Skogsturer for å finne rotnær og vindskiemner
- Besøke smeder i Tessungdalen
- Bygging av takrytteren

Befaringer og studieturer

- To ukesturer hvor vi besøkte mange av stavkirkene
- Fire turer til Borgund, fordelt over tre år
- To turer til Høre stavkirke i løpet av tre år
- Stavkirketur med Leif Anker til Hopperstad og Urnes
- Besøke Historisk museum i Oslo for å se på stavkirkedeler
- Studietur til middelalderkirka i Råde
- Studietur for å se på sponhogging

- Finne tømmer til stavkirkebygging i Setesdal

Kurs og kunnskapsinnhenting

- Skogsdag med Kristen Aamodt
- Delta på tjærebrenning i Brumunddal
- Lære om uttak av dendroprøver
- Grubleseminar Rjukan
- Tjærebrenning av Audunarstova i Hólar, Island
- Stavkirkeseminar i Eidsborg

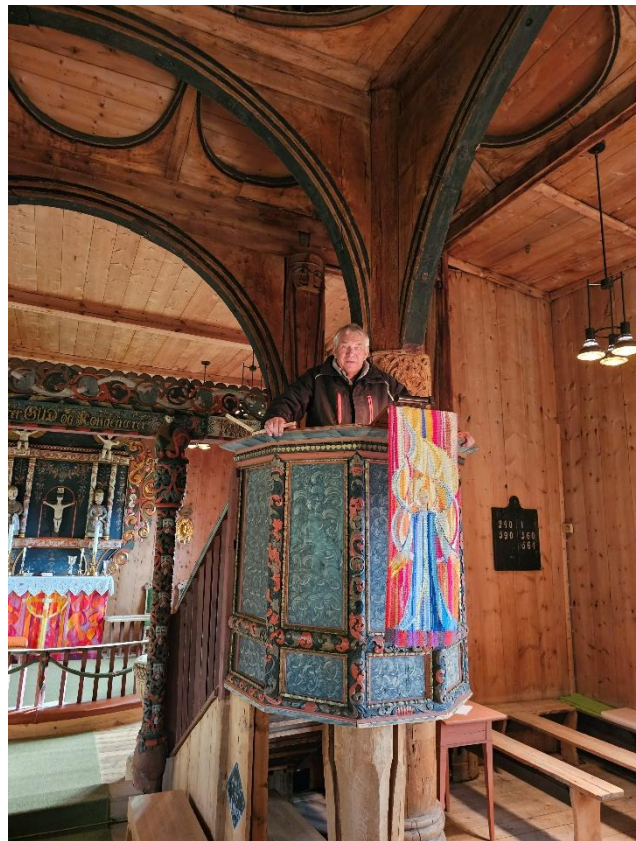
Utdanning og formidling

- Gjennomføre bacheloroppgave ved NTNU
- Holde foredrag under Løft håndverket i Lillehammer
- Arrangere skjeborseminar
- Holde foredrag for byggfagelever fra Tomb VGS

Kunnskapsoverføring

Det viktigste i stipendiatarbeidet er kunnskapsoverføringen av stavkirkehåndverket og den håndverkskunnskapen Hans Marumrud har opparbeidet seg gjennom mange års arbeid med stavkirkene og andre middelalderbygg. Hans og jeg har jobbet sammen omtrent annenhver uke i de tre årene stipendiatet har vart. Dette har gitt en kontinuitet i arbeidet som jeg mener har vært avgjørende for hvor mye kunnskap det har vært mulig å overføre.

Tradisjonelt har håndverk i stor grad blitt lært gjennom arbeid sammen med en mer erfaren håndverker. Lærlingen arbeidet sammen med mesteren over tid, observerte hvordan arbeidet ble utført, prøvde selv og fikk korrigering underveis. Det er mange



Bilde 94 Mentor Hans Marumrud i Høre stavkirke.

likhetstrekk mellom denne måten å lære på og måten Hans og jeg har arbeidet gjennom stipendiatperioden. Selv om jeg har en viss erfaring med tradisjonshåndverk fra før, hadde jeg litt følelsen av å starte som lærling i et nytt fag i starten av stipendiatet. I samarbeidet med Hans har det vært naturlig å diskutere løsninger, studere dokumentasjonen han har opparbeidet og følge hvordan han arbeider underveis.

Det har vært en stor fordel i prosjektet at vi kun har vært to som har arbeidet sammen. Det gjør det enklere å holde en sammenhengende faglig dialog, stille spørsmål underveis og tilpasse arbeidet til kunnskapsnivået når to personer arbeider tett sammen. Jeg har sett i andre sammenhenger at mange deltakere på kurs kan gjøre terskelen høyere for å dele egne erfaringer, samtidig som mye tid kan gå med til å jevne ut forskjeller i kunnskapsnivå.

Praktisk arbeid og diskusjon

Mye av læringen har skjedd gjennom det praktiske arbeidet. Det dukker stadig opp spørsmål og problemer, og disse har vi kunnet ta opp og diskutere med en gang. Hans har kunnet vise hvordan han mener noe kan løses, eller vi har kunnet hente fram dokumentasjon og undersøke om svaret finnes i for eksempel bildematerialet, eller om vi kan sammenligne med løsninger i andre stavkirker.

Denne vekslingen mellom praktisk arbeid, undersøkelser og diskusjoner mener jeg har gitt en dypere innsikt i håndverket. Mye av håndverket kan forklares, men det må også erfares gjennom eget arbeid. Hans kan forklare seg blå på hvordan man skal sprettelje, men uten å prøve selv kommer en ingen vei. Det er også enkelt for Hans å slipe opp ei øks så den fungerer bra, men uten at jeg selv prøver å slipe og erfarer hva endringene gjør med egenskapene til øksa, kommer jeg ikke videre som håndverker.

Vi har flere ganger i løpet av stipendiatet jobbet praktisk og opplevd at en løsning på noe vi har grublet på, plutselig dukker opp, eller at detaljer begynner å gi mening. Jeg vil her trekke fram problemstillingen rundt hvorfor den sulagte taktroa på Borgund ligger dels med margen ut og dels med margen inn. Underveis i teljingen av en halvkløyving begynte Hans å tenke på at han måtte telje bort svært mye ved for å kunne lage et tett trobord. Dette førte videre til tanken om at dersom bordet ble snudd, kunne en spare mye arbeid. Vi mener denne tankegangen også kan gi mening når vi sammenligner med veggtilene i omgangen på Borgund, hvor det finnes en del utrivninger. For veggtilene har ikke utrivningene på innsiden nødvendigvis noen betydning, så lenge de ikke går så dypt at veden faller ut eller påvirker utsiden. Dette er et godt eksempel på hvordan det praktiske arbeidet ikke bare overfører eksisterende kunnskap, men også kan føre til nye spørsmål og mulige forklaringer som vi ikke hadde sett på forhånd.

En stor fordel i stipendiatperioden er tidsperspektivet. Det å kunne jobbe sammen om et slikt prosjekt over en lang periode gjør at det en lærer, får tid til å modnes. Kunnskapen bygges litt etter litt, og de fleste arbeidsoperasjonene gjentas slik at en får mengdetrening. Etter hvert som jeg har opparbeidet meg mer erfaring, opplever jeg også at spørsmålene jeg stiller Hans har endrer seg. I starten handlet mye om spretteljing, verktøy og mer generelt om byggingen av stavkirkene. Utover i stipendiattiden har spørsmålene i større grad handlet om detaljer i konstruksjonene, men også om sammenhenger mellom de enkelte delene. Jeg har også blitt mer opptatt av verktøyspor, hvordan disse kan forklares og hva de kan fortelle oss om arbeidsprosessen.

Jeg mener denne formen for kunnskapsoverføring har verdi langt utover dette prosjektet. Erfaringsbasert kunnskap kan være vanskelig å sikre gjennom dokumentasjon alene. Skal kunnskapen videreføres, må noen få anledning til å arbeide sammen med dem som har erfaringen, over tilstrekkelig lang tid til at kunnskapen kan prøves, diskuteres og gjentas. Dette gjelder særlig håndverkskunnskap, men prinsippet bør også være relevant på andre områder der mye av kunnskapen er knyttet til enkeltpersoners erfaringer.

Slik situasjonen er i dag, mener jeg at kunnskapen om stavkirkehåndverket er sårbar. Det er få håndverkere som har en dyp forståelse av håndverket og utførelsen som ligger bak konstruksjonene. Det er mange som har jobbet på kirkene, men det å arbeide på en stavkirke gir ikke nødvendigvis i seg selv en helhetlig forståelse av stavkirkehåndverket. Det krever tid til å undersøke, stille spørsmål og sammenligne det en ser med erfaringer fra praktisk arbeid. Erfaringen fra stipendiatperioden har derfor vist meg hvor viktig denne formen for langvarig kunnskapsoverføring er dersom den erfaringsbaserte kunnskapen i stavkirkehåndverket skal videreføres.

Analyse og drøfting

Befaringer

Det var svært lærerikt å ha to befaringsturer til stavkirkene i starten av stipendiatperioden. Disse turene ga en god innføring i stavkonstruksjonene, de forskjellige bygningsdelene, sammenføyningene og verktøysporene. I ettertid ser jeg samtidig at det hadde vært en stor fordel om vi hadde hatt tid til å besøke noen utvalgte stavkirker på nytt mot slutten av stipendiattiden.

På de første befaringene prøvde jeg først og fremst å forstå konstruksjonene og var svært opptatt av verktøyspor. Etter hvert som jeg har fått mer erfaring, har fokuset endret seg. Etter å ha hogd tilsvarende deler selv, er det lettere å kjenne igjen verktøyspor, forstå sammenføyninger og oppdage detaljer som tidligere bare framsto som ujevnheter eller tilfeldigheter. Jeg leter nå i større grad etter

detaljer vi har stusset over gjennom det praktiske arbeidet, og etter sammenhenger mellom verktøyspor, sammenføyninger og arbeidsmåter. Samtidig har undersøkelsene av stavkirkene gitt nye spørsmål og løsninger tilbake til arbeidet med takrytteren. Samarbeidet med Hans har også gjort at vi i større grad snakker samme «språk» når vi diskuterer konstruksjoner, verktøyspor og mulige arbeidsmåter. En ny befaringsreise til noen av kirkene vi besøkte tidlig i prosjektet ville derfor antagelig ført til nye observasjoner og spørsmål.

Problemet blir fort at det er svært mye en vil undersøke, samtidig som en oppdager andre spennende temaer under befaringsreisen. Dermed er det fort gjort at fokuset forsvinner litt underveis. Det å ha en liste med ting en vil undersøke, er et svært godt hjelpemiddel. To–tre timer inne i en stavkirke med full nerding på detaljer tar på. Etter hvert trenger en rett og slett en pause for å klare å fordøye alle detaljene og tankene som dukker opp.

Å sette stavkirkene i system

Vi tenker svært fort i faste systemer som alt skal passe inn i. Stavkirkene kan deles inn i tre hovedtyper:

- Haltdalstypen, uten omgang, men både med og uten svalgang
- Borgundtypen, med omgang og svalgang
- Midtmastkirke

Dette er imidlertid en inndeling basert på de stavkirkene og det kildematerialet vi kjenner i dag. De bevarte stavkirkene utgjør bare en liten del av alle stavkirkene som en gang har stått, og mange av dem er i tillegg ombygd i større eller mindre grad. Det er derfor lite sannsynlig at de bevarte kirkene representerer hele «floraen» som har eksistert.

Leif Anker har tatt opp dette temaet ved flere anledninger, og det har gitt meg et nytt sett med tanker rundt stavkirkene. Jeg opplever at denne problemstillingen også kan overføres til mange andre temaer innen stavkirkehåndverket. Det er fort gjort, og også behagelig, å finne et system og tenke at «slik har de gjort det», for deretter å legge spørsmålet til side og gå videre.

Problemet oppstår dersom systemet vi bruker for å forstå materialet, samtidig begynner å styre hva vi ser etter. En må derfor forsøke å ha med seg dette som et «filter» under arbeidet og være åpen for observasjoner som ikke passer inn i det systemet en allerede har laget. Hvis ikke er det en fare for at en overser detaljer eller nyanser som kan fortelle oss noe nytt.

Moderne håndverkstenkning

Det har vært vanskelig å legge fra seg den moderne industri- og systemtanken under arbeidet med kopien. Det er fort gjort å tenke at delene vi lager skal være så rette som mulig, og at sammenfellingene skal være helt tette. Vi har antagelig vært for nøyaktige i tilvirkningen og sammenfellingene på kopien. I originalen ser vi flere steder glipper og tilpasninger som ikke tilfredsstiller de kravene vi selv umiddelbart stiller til arbeidet. Samtidig er det vanskelig å vite hvordan originalen så ut da den var ny, og hvor mye værslitasje og bevegelser i konstruksjonen senere har påvirket sammenføyningene.

En refleksjon vi stadig har kommet tilbake til, er forskjellen mellom arbeidsmåten vår og hvordan håndverkerne kan ha arbeidet i middelalderen. Vi har med oss både et tankesett og en utførelse som er preget av vår egen håndverksbakgrunn. I dag er vi opptatt av at spretteljingen skal se bra ut, at emnene skal ha lik dimensjon, og at tappene skal være helt glatte og strøkne, selv om de aldri kommer til å synes.

Sporene i stavkirkene kan tyde på at middelalderens håndverkere hadde et annet forhold til hva som måtte være presist, og hva som bare måtte være godt nok til å fylle sin funksjon. Det betyr ikke nødvendigvis at håndverket var mindre nøyaktig. Det kan like gjerne bety at nøyaktigheten ble brukt der den hadde betydning. Et eksempel er fra Torpo stavkirke, hvor gulvet er høvlet med skavl og pjål, men under benkene langs omgangsveggene er det ikke høvlet. Det er et tydelig skille der benkene har stått, og gulvet innenfor dette skillet er ikke høvlet. Dette kan tyde på at de ikke brukte tid på å bearbeide en flate som uansett skulle skjules av benkene.

Arbeidsrekkefølge og tilpasning

Vi har lett for å arbeide etter den moderne lafterens arbeidsmåte, der en stokk som er ferdig tilpasset gjerne blir betraktet som ferdig og dermed «fredet» for videre omhogging. Under arbeidet med takrytteren har vi sett at det samme prinsippet kan ha vært brukt i stavkirkene, men at det ikke nødvendigvis er den delen vi først ville tatt utgangspunkt i som har vært «fredet».

Vi hadde med oss tankegangen fra laftingen, men overførte den til en konstruksjon der en annen del av sammenføyningen ser ut til å ha vært det faste utgangspunktet. Dette er viktig å være oppmerksom på når vi forsøker å rekonstruere arbeidsprosessen. Hvis vi tar utgangspunkt i vår egen arbeidsrekkefølge, kan vi ende opp med en dobbeltfeil: Vi kan både tilpasse delene mer enn de opprinnelige håndverkerne gjorde, og samtidig tilpasse feil del av sammenføyningen.

Dette ble tydelig for meg under bacheloroppgaven, der jeg skrev om sammenføyninger mellom sviller og staver. I Borgund er svillene felt inn i staven med et 90° hjørne inne i staven. Tappene som går inn i

staven, har en rett side og en side med en slak kinning. Jeg tenkte først at jeg måtte hogge tappen først, for så å overføre merkene til staven og deretter hogge ut tapphullet. Men det viste seg å være enklere å gjøre motsatt: hogge tapphullet først og deretter tilpasse tappen til dette.

Prinsippet var dermed egentlig det samme som jeg kjente fra laftingen: Den delen som allerede er ferdig, blir «fredet», mens den neste delen tilpasses denne. Forskjellen var hvilken del av sammenføyningen jeg tok utgangspunkt i.

Å tolke middelalderens håndverk

En grunnleggende utfordring gjennom hele prosjektet har vært at vi forsøker å tolke håndverk som ble utført for omkring 850 år siden. Mellom dem og oss ligger det et filter av flere hundre års teknologisk, økonomisk og kulturell utvikling. Det vil derfor alltid være vanskelig å si sikkert både hvordan håndverkerne arbeidet, og hvorfor de valgte løsningene de gjorde.

Materialtilgangen er ett eksempel. I dag er det forholdsvis enkelt å skaffe nytt virke dersom et emne ikke tilfredsstiller kravene våre. Dette påvirker også hvordan vi vurderer materialene. Håndverkerne som bygde stavkirkene har hatt en materialkunnskap og en måte å utnytte hvert enkelt emne på som antagelig overgår vår egen.

Arbeidet med blant annet rotnær, kløyving av trobord og valg av emner har vist hvor mye kunnskap som ligger i å forstå materialets egenskaper før selve tilvirkningen begynner. Det vi i dag kan oppfatte som et dårlig eller uegnet emne, kan i en annen sammenheng ha vært et godt emne dersom håndverkeren visste hvordan det skulle utnyttes.

Personlige vurderinger

I starten av stipendiatperioden tenkte jeg at et treårig prosjekt var svært lang tid, og at vi ville ha god tid til å undersøke flere sider av middelalderhåndverket og reise rundt for å se nærmere på spørsmål som dukket opp underveis. Slik har det ikke vært. Tre år går svært raskt når praktisk arbeid, befaringer, dokumentasjon og skriving skal gjennomføres parallelt. Jeg hadde blant annet håpet at vi skulle få tid til å undersøke middelalderlaft sammen med Hans, men takrytterprosjektet viste seg å være omfattende nok i seg selv. Det praktiske arbeidet skaper stadig nye spørsmål, som igjen fører til behov for undersøkelser, dokumentasjon og diskusjoner. Denne vekslingen mellom praktisk arbeid og undersøkelser har gitt mye av kunnskapen i prosjektet, men har samtidig gjort arbeidet vanskelig å avgrense.

For min del var det knyttet noe spenning til hvordan det ville være å jobbe såpass tett med Hans i tre år. Det har blitt mange timer i bil og med bygging, og det kunne blitt tre lange år hvis vi ikke hadde

jobbet godt sammen. Dette har ikke vært noe problem, og jeg har satt stor pris på samarbeidet med Hans.

Det har også vært vanskelig å balansere arbeidet i stipendiatet. På grunn av mye reising i prosjektet har jeg prioritert familien de ukene jeg har vært hjemme. Under arbeidsukene i Tinn sammen med Hans har det vært lange dager med først praktisk arbeid, etterfulgt av skriving og dokumentasjon på campinghytta om kvelden.

Jeg var heldig og fikk gjennomføre bacheloroppgaven innenfor arbeidstiden i stipendiatet, mot at temaet var relatert til stavkirker. Dette var en stor fordel for meg personlig, fordi både den praktiske og skriftlige delen av bacheloroppgaven krevde mye tid. Arbeidet gikk delvis på bekostning av framdriften på takrytteren, men ga meg samtidig erfaring og kunnskap om sammenføyningene mellom sviller og staver, temaer som antagelig ikke ville fått like stor oppmerksomhet i stipendiatet ellers.

Jeg ser også at jeg selv kunne vært mer effektiv og systematisk i deler av arbeidet. Jeg har lett for å miste fokus under teoretiske arbeidsoppgaver dersom jeg kommer over noe jeg synes er interessant. Det har flere ganger hendt at jeg har sittet og skrevet om en del av takrytteren, begynt å undersøke et bilde for å avklare en detalj, og to timer senere fortsatt sitter og studerer bilder. Samtidig er nettopp slike avsporinger ikke nødvendigvis bortkastet tid. Flere spørsmål og observasjoner i prosjektet har oppstått fordi vi har fulgt detaljer som dukket opp underveis. Noen av disse har igjen ført til nye spørsmål eller en større forståelse av andre deler av konstruksjonen. Utfordringen har vært å finne balansen mellom å følge slike spor og samtidig holde framdrift i hovedarbeidet.

Vi har vært svært heldige med de økonomiske rammene rundt takrytterprosjektet. Det har gjort det mulig å reise mer enn det som ellers ville vært mulig, hente og bestille materialene vi har hatt behov for, og ikke minst ha med Hans som veileder i en 40 prosent stilling. Dette har vært en svært viktig forutsetning for kunnskapsoverføringen i prosjektet.

Jeg skulle ønske at også andre stipendiater i større grad fikk mulighet til å arbeide innenfor tilsvarende rammer. Erfaringen fra dette prosjektet viser etter min mening hvor viktig det er å koble på en fast veileder/tradisjonsbærer.

Praktiske erfaringer

En av utfordringene med å bygge kopien av takrytteren, har vært å finne tilsvarende materialkvalitet som i originalen. Det finnes virke av god kvalitet rundt om, men til forskjell fra da stavkirkene ble bygd, er det ofte langt mellom trærne vi kan bruke. Et eksempel er tømmeret vi hentet i Hovin. Der var det hogd rundt 500 m³, hvorav mye furu. Her fant vi tre stokker som vi kunne bruke. Stavkirkene

krever ofte grovere dimensjoner enn det vi vanligvis trenger til lafting. Kristen Aamodt har vært med oss i skogen og bidratt med kunnskap om hva materialkvalitet er, og hvordan den blir til. Han har tidligere undersøkt rotnær og bidratt til vår forståelse av hvordan de er bygd opp og fungerer.

Det er som nevnt tidligere i rapporten skrevet mye om og gjort omfattende dokumentasjon av flere av stavkirkene, kanskje spesielt Borgund og Urnes. Mye av denne dokumentasjonen er gjort av arkitekter og kunsthistorikere. Dette har gitt gode tegninger og beskrivelser, men gjennom arbeidet med takrytteren har jeg erfart at dokumentasjonen ikke alltid er tilstrekkelig når en faktisk skal forsøke å bygge konstruksjonen. De forskjellige fagområdene ser etter forskjellige ting, mens vi som håndverkere blant annet er spesielt opptatt av sammenføyninger, verktøyspor og hvordan konstruksjonen kan ha blitt reist.

I prosjektet var et av målene at vi skulle jobbe med tidsriktige verktøy og arbeidsmåter. Det ble brukt mye tid i starten av prosjektet på å finne frem til modeller og verktøy som var aktuelle. En kan bygge en takrytter eller stavkirke med sagde materialer, og bruke skavlen utenpå. De aller fleste ville ikke lagt merke til forskjellen. Men for vår del har det vært viktig og ikke minst lærerikt å jobbe med autentiske verktøy.

Jeg har for det aller meste brukt tidsriktig verktøy gjennomgående i prosjektet. Verktøyene vi fikk smidd har fungert svært godt. Det vil alltid måtte gjøres noen justeringer, for eksempel på eggvinkler, men jeg har ikke savnet eller vært nødt til å finne fram mer «moderne» økser eller annet verktøy.

En stor overraskelse var grøypjernet. Jeg hadde ikke tidligere brukt grøypjern og tenkte at et 9 mm bredt verktøy neppe kunne være effektivt til å ta ut et helt tilespor. Så feil kan man ta. Det viste seg å være svært effektivt og pakker seg overraskende sjelden. Åpningen er såpass liten at verktøyet heller ikke er tungt å jobbe med. Det fungerer svært effektivt å hogge ut en del av tilesporet med øks, for så å rense ut flisa som ikke vil ut med grøypjernet.

«Grunnpakka» av økser har blitt utvidet noe etter hvert i stipendiatet. Det har ikke vært nødvendig, men det er alltid spennende å prøve nye økser. For min del har det blitt naturlig å telje med langt skaft på spretteljingsøksene, og ved teljing av store emner bruker jeg kun dette. Men det er enkelte ganger det er en fordel med kort skaft, for eksempel under «småteljing» eller når en hogger rundingen på spirstanga.

Det er fort gjort å tenke at middelalderverktøyet er mindre effektivt enn mer «moderne» verktøy, men gjennom prosjektet har jeg erfart hvor effektive disse verktøyene er til arbeidsoperasjonene de er laget for. Flere av verktøyene som er blitt brukt i prosjektet, kommer til å være med i verktøykassa fremover.

Resultat

Praktisk resultat

Det fysiske resultatet av prosjektet er naturlig nok først og fremst takrytteren. Det å se alle delene ferdig formet og sammenfelt gir en enorm glede og stolthet. Samtidig er ikke selve takrytteren det viktigste resultatet av prosjektet. Byggingen har først og fremst gitt oss muligheten til å arbeide praktisk med stavkirkehåndverket og overføre kunnskap gjennom dette arbeidet.

Gjennom stipendiatperioden har måten jeg undersøker stavkirkene på endret seg. På de første befaringene brukte jeg mye tid på å forstå den grunnleggende konstruksjonen og se etter tydelige verktøyspor. Etter hvert som jeg selv har arbeidet med tilsvarende deler, har jeg begynt å legge merke til andre detaljer og stille andre spørsmål.

Praktisk erfaring gjør det lettere å kjenne igjen spor etter arbeidsprosesser og forstå hvorfor en sammenføyning eller et emne kan ha fått den formen det har. Samtidig har befaringene gitt nye spørsmål tilbake til det praktiske arbeidet. Et viktig resultat av prosjektet er derfor ikke bare at jeg har lært mer om stavkirkene, men at jeg har fått et bedre grunnlag for å undersøke dem videre.

Dokumentasjon

Hoveddelen av dokumentasjonen fra prosjektet er denne rapporten, som er basert på notater og dokumentasjon gjort fortløpende under arbeidet. Det er også blitt bygd opp et stort bildearkiv fra både stavkirkene vi har besøkt og byggingen av takrytteren.

Det er en del sammenføyninger og detaljer i konstruksjonene som det er umulig å finne ut av uten å demontere deler av stavkirkene. Siden dette er uaktuelt, har vi måttet lage teorier om hvordan enkelte av disse løsningene kan ha vært utført, ut fra sporene og dokumentasjonen som er tilgjengelig. Praktiske forsøk kan gjøre enkelte forklaringer mer eller mindre sannsynlige, men vi vil sjelden kunne konkludere med hvordan middelalderens håndverkere tenkte eller arbeidet.

Det praktiske arbeidet har også vist at det dukker opp nye spørsmål etter hvert som en selv forsøker å lage delene. En vet derfor ikke nødvendigvis hva som er viktig å dokumentere før en står i arbeidet og trenger opplysningene. Det er derfor viktig å fortsette å dokumentere stavkirkene med håndverkerens blikk og forståelse.

Samtidig viser prosjektet at det ikke er tilstrekkelig bare å dokumentere stavkirkene. Det er også viktig å arbeide praktisk med stavkirkehåndverket. Gjennom det praktiske arbeidet har det dukket opp mange spørsmål og mulige forklaringer som vi antagelig ikke ville kommet fram til gjennom dokumentasjonen alene.

Dokumentasjonen som Hans har utarbeidet, har vært uvurderlig, og vi kunne ikke ha bygd takrytteren uten denne. Vi visste på forhånd at vi manglet noen detaljer, men jeg mener vi har klart å finne gode løsninger ved å sammenligne med andre stavkirker og gå tilbake til bildematerialet.

Kunnskapsoverføring

Selv om jeg etter tre år ser enda tydeligere hvor mye det fortsatt er å lære, har stipendiatperioden gitt meg langt større kunnskap om stavkirkehåndverket enn jeg hadde da prosjektet startet. Jeg har fått praktisk erfaring med materialvalg, verktøy, arbeidsmetoder og sammenføyninger, men også en større forståelse av hvordan de forskjellige delene i stavkirkekonstruksjonen henger sammen.

En viktig del av kunnskapsoverføringen har også vært å lære hvordan Hans undersøker og tolker sporene i stavkirkene. Etter hvert som jeg selv har fått mer praktisk erfaring, har det blitt lettere å se verktøyspor og detaljer, stille andre og mer konkrete spørsmål og forstå hva sporene kan fortelle om arbeidsprosessen.

Denne kunnskapen og erfaringen er viktig for at jeg skal kunne arbeide videre med stavkirkene og bidra til at kunnskapen videreføres.

Videre arbeid og utfordringer

Det er fortsatt behov for videre studier og dokumentasjon av stavkirkene. Det er mye vi ikke vet, og mange "hemmeligheter" igjen å oppdage.

En annen utfordring som oppstår etter prosjektet, er hvordan kunnskapen skal videreformidles. Som tidligere nevnt mener jeg kunnskapen er sårbar fordi det er få som kan mye om stavkirkehåndverket. Kunnskapsoverføringen bør derfor ikke stoppe med dette prosjektet. Skal kunnskapen holdes levende, må den brukes i praktisk arbeid og videreføres til flere håndverkere. Jeg har fortsatt mye å lære, men føler samtidig på et ansvar for å dele og videreføre kunnskapen til håndverkere og andre som arbeider med eller interesserer seg for stavkirkene og stavkirkehåndverket.

Videre undersøkelse

Det er svært mange temaer som kan og bør undersøkes videre. Noen av dem er:

- **Sulagt taktro:** Undersøkelser og dokumentasjon av taktro der det er originalt materiale igjen
- **Taktekking:** Undersøke og diskutere hvorfor det senere ble lagt takspen over den sulagte taktroa i Borgund.
- **Kløyving:** Videre undersøkelser i stavkirkene etter kløyvde konstruksjonsdeler

- **Rotknær:** Undersøke dimensjonen på trærne de store rotknærne er tatt ut av, og gjøre flere forsøk med oppmerking og tilvirkning av slike emner.
- **Spirstanga:** Undersøke hvordan spirstanga opprinnelig kan ha blitt montert, og om dette kan fortelle noe om arbeidsrekkefølgen under byggingen av takrytteren.
- **Verktøy:** Fortsette undersøkelsene av blant annet skjebor og grøypjern gjennom praktiske forsøk i samarbeid med smeder og sammenligning med verktøyspor i stavkirkene.
- **Videre dokumentasjon:** Fortsette dokumentasjonsarbeidet Hans har gjort.
- **Bygge en hel stavkirke:** På lengre sikt ville det vært interessant å bygge en hel stavkirke med omgang og svalganger. Det ville gitt mulighet til å undersøke blant annet arbeidsrekkefølge, logistikk, materialbruk og montering i full skala.

Referanser

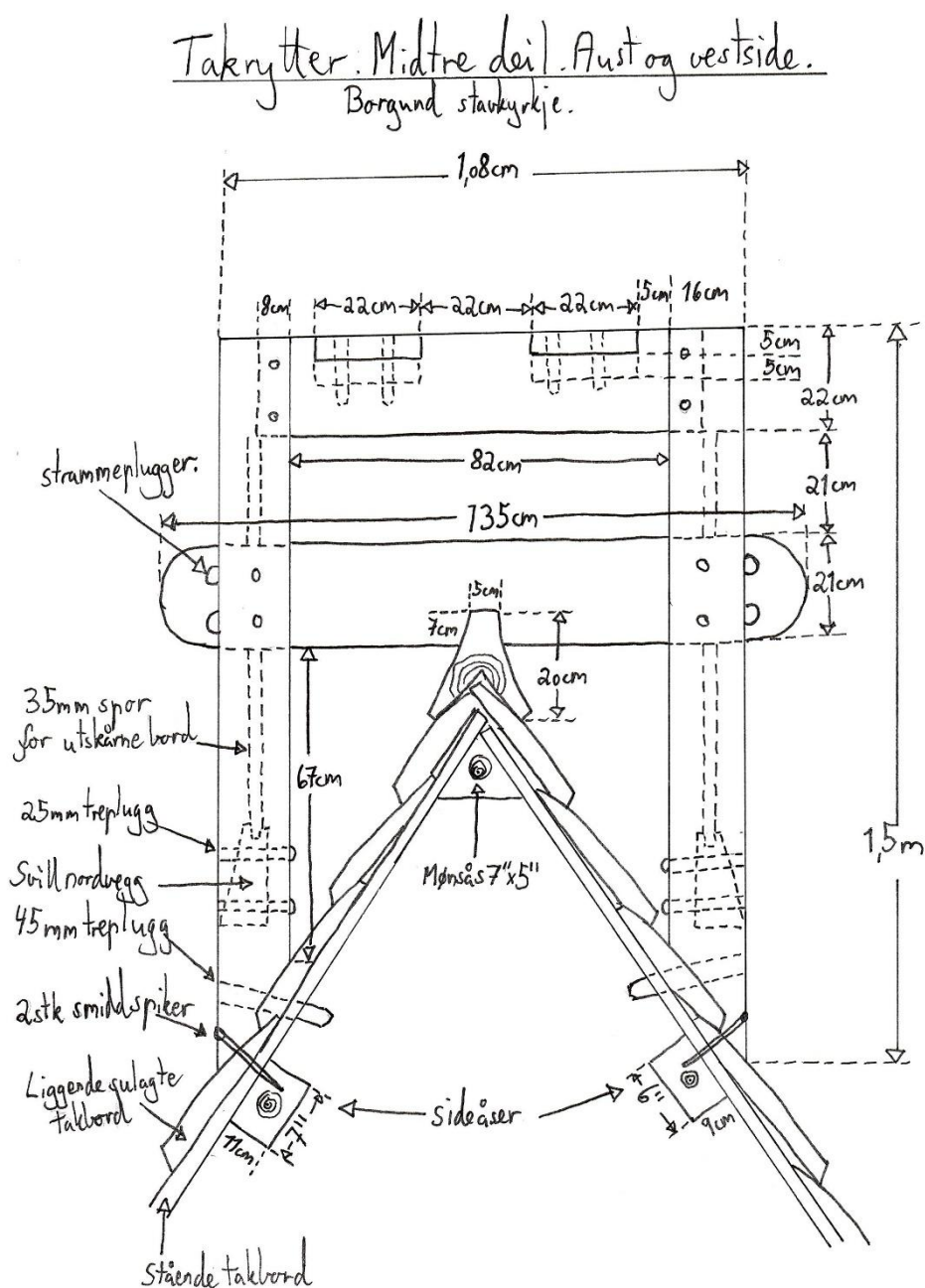
- Storsletten, O., & Sakuma, Y. (1993). *En arv i tre: de norske stavkirkene*. Aschehoug.
- Christie, H. (1974). *Middelalderen bygger i tre*. Universitetsforlaget.
- Marumrud, H., & Aamodt, K. (2002). *Nore og Uvdal stavkirker: tømmerkvaliteter og materialfremstilling*. Rapporten er upublisert, men er å finne i arkivet til Riksantikvaren.
- Høgseth, Harald Bentz (2007). Håndverkerens redskapskasse: En undersøkelse av kunnskapsutøvelse i lys av arkeologisk bygningstømmer fra 1000-tallet. In: Det historisk-filosofiske fakultet.
- Liestøl, Aslak «Øks», i *Kulturhistorisk leksikon for nordisk middelalder: fra vikingetid til reformationstid*, red. G. Rona & F. Hødnebo (København: Rosenkilde og Bagger, 1976), bd. 20
- Renmælmo, Roald "Smiing Av Ryarøks Frå 1600-Talet," *Smednytt* nr 1. 2006
- Nygren, Patrik (2012). Åldersbestämning av träd. Upublisert notat.
- Godal, J. B. (2012). *Tekking og kledning med emne frå skog og mark: frå den eldre materialforståinga*. Akademika.
- Aamodt, K. (1998). *Knær. Tradisjoner og egenskaper*.

Muntlige meddelelser:

- Hans Marumrud
- Kristen Aamodt
- Jon B. Godal

Tegninger

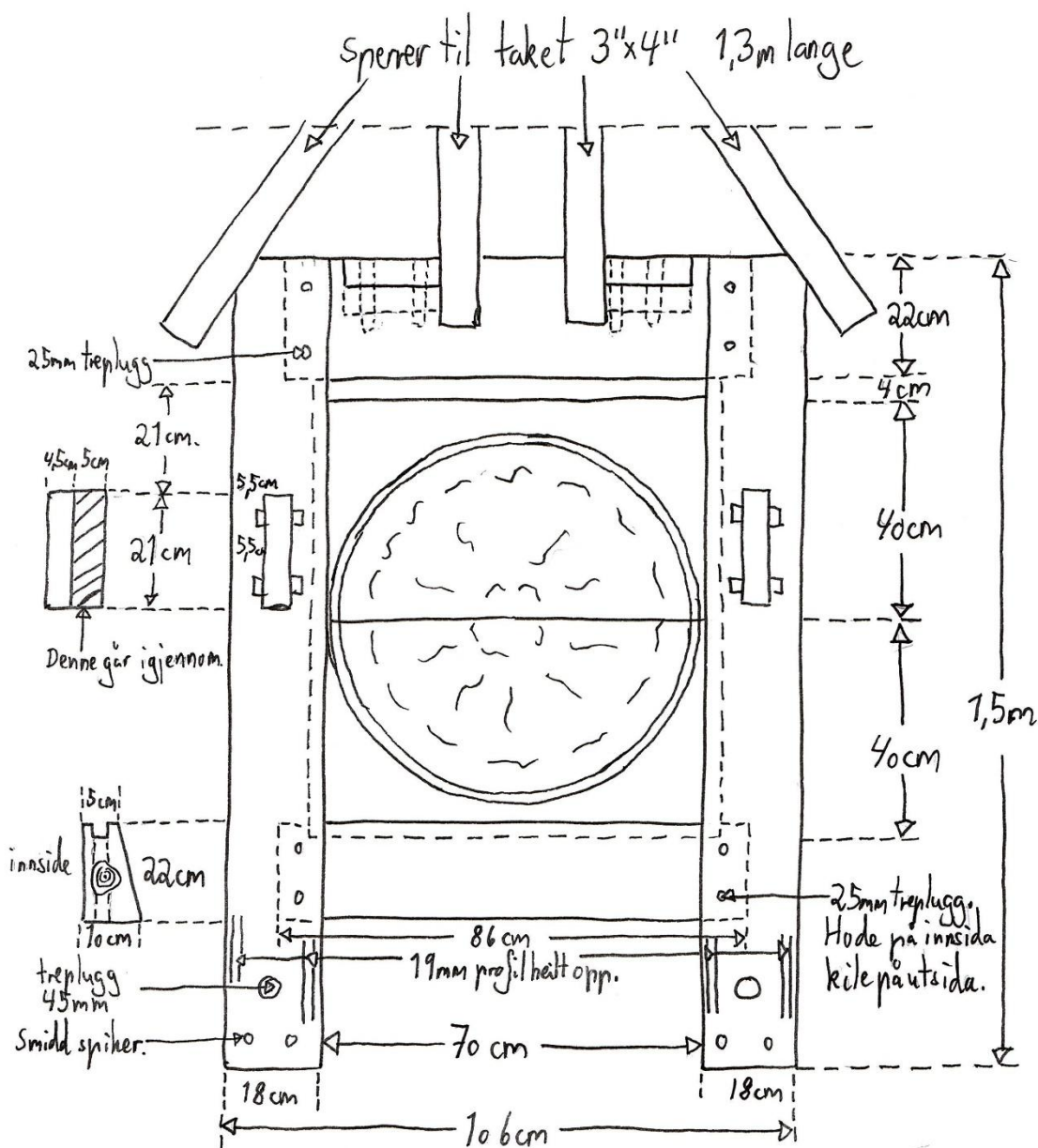
Noen eksempler på tegnedokumentasjonen Hans har laget til prosjektet.



Hans Mammusrud.

Bilde 95 Tegning Hans Marumsrud

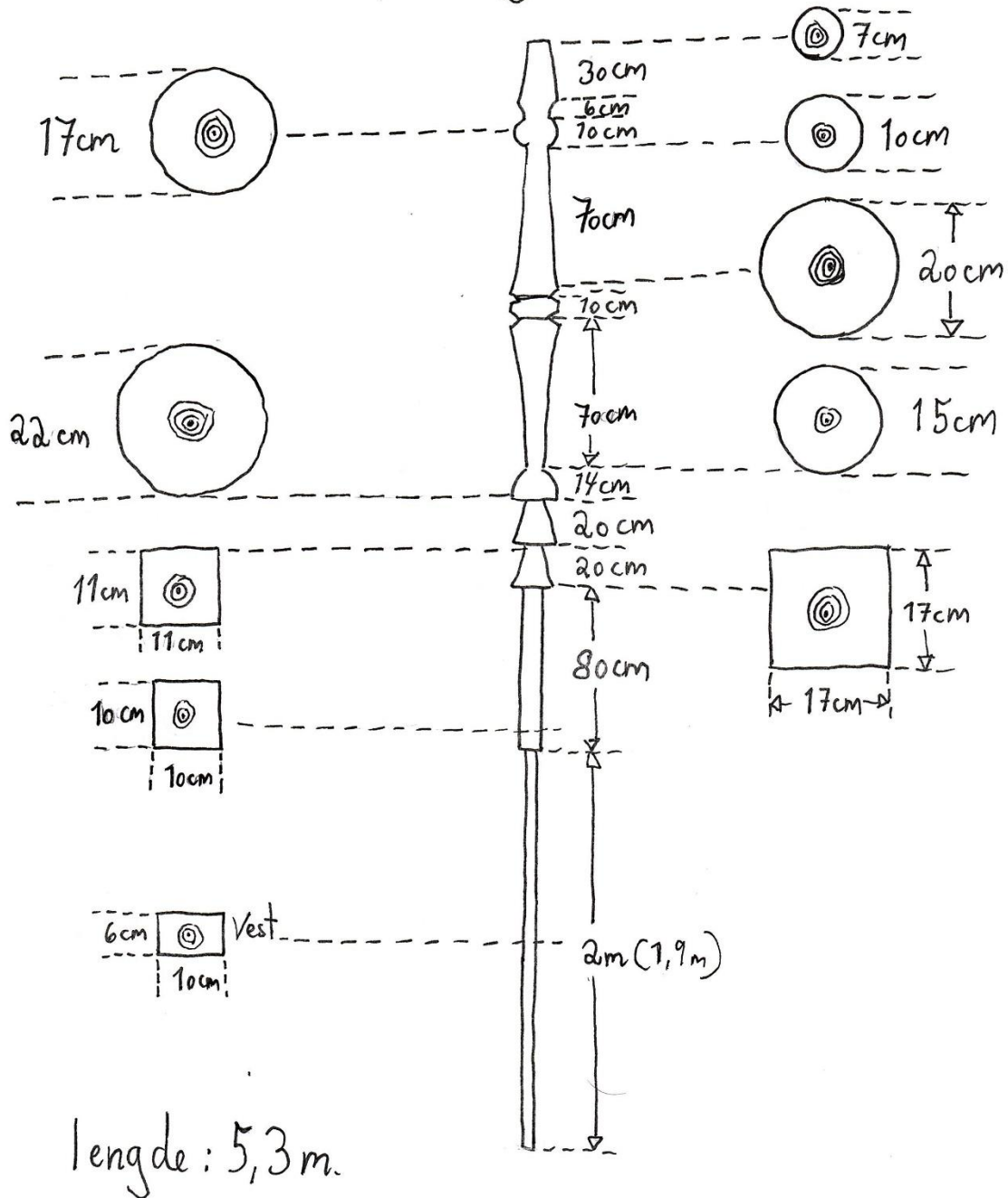
Takrytter midtre del. Sørside og nordside.
Borgund stavkyrkje.



Hans Mammensrud.

Bilde 96 Tegning Hans Marumsrud

Takrytter. Borgund. stavekirke.
spirstang.



Hans Marumsrud.

Vedlegg

- Materialliste