

VIKING

2010



Norsk Arkeologisk Selskap
Norwegian Archaeological Society

VIKING

Norsk
arkeologisk årbok

Bind LXXIII – 2010

Oslo 2010

UTGITT AV
NORSK ARKEOLOGISK SELSKAP

Redaksjon:

Brit Solli (hovedredaktør)

e-post: brit.solli@khm.uio.no

Zanette Tsigaridas Glørstad

e-post: a.z.t.glorstad@khm.uio.no

Egil Mikkelsen

e-post: egil.mikkelsen@khm.uio.no

**FRIST FOR MANUSKRIFT TIL
VIKING 2011 ER 1. MARS 2011.**

På forsiden:

BM.1891,1021.108. Dyreanheng i bronse fra Skjåk, Oppland

Foto: © The Trustees of the British Museum

Utgivelsen er støttet av

Norges forskningsråd

Viking LXXIII er satt med 10/12 Times Roman

og trykt på Multiart Silk

Grafisk produksjon: 07 Gruppen, 2010

ISSN 0332-608x

Prosjektering av trekirker i norsk vikingtid og middelalder

I 1829 publiserer arkitekt Hans D. F. Linstow mønstertegninger for nye trekirker i Norge. For å fremheve sine egne forslag skriver han at stavkirkene ble bygget med overdrevent kraftige dimensjoner og at konstruksjonen ikke var tilstrekkelig stabil:

«Reiseveedbygningen er den almindeligste i Fjelddistricterne og skovrige Egne. Den bestaaer af et Slags Stænderværk af Mastetømmer, og adskiller sig deri fra Bindingsværk, at Væggene ikke deles i Stokværk, med mellemliggende Ramstykker, hvorimod Mastetræerne naae op efter hele Bygningens Høide. Enkelte skraastøtter danne Tverforbindelserne og det hele er indklædt med Bord, Taget og Taarnet sædvanligen med Spaan, hvilket Alt overstryges med Tjære. At denne Bygningsmaade er høyst ufuldkommen og hidrører fra en udannet Tidsalder, er indlysende. Uagtet den overordentlige Masse af Tømmer, hvoraf Bygningen er sammensat, og dets svære Dimensioner, mangler den dog formedelst de ufuldkomne triangulære Forbindelser den Stabilitet som Optømring af regulært Bindingsværk yder, og flere Exempler, blandt andet det Uheld, som rammede Leirdalens Hovedkirke, vise, at disse tømmerødslede Bygninger ikke modstaae Trykket af en heftig Storm» (Linstow 1829: 1-2).

Tønjum kirke i Lærdal hadde motstått klimaet siden den ble reist rundt år 1200, men den blåste ned i en spesielt sterk storm 12. januar 1824. Ut fra Lorentz Dietrichsons beskrivelse av kirken er det ikke mulig å si om kirken hadde dårlige montasjeløsninger, var dimensjonert feil eller hadde en utilstrekkelig avstivning (Dietrichson 1892: 294). Kanskje var belastningen denne dagen ut over det kirkens deler var forutsatt å kunne tåle, i tillegg kan det ha vært materialtretthet etter så mange år. Linstow sammenligner deler av middelalderens trekirker med sine egne løsninger og finner at den gamle måten å avstive på var «høyst ufuldkommen». Han er kritisk til materialbruk og konstruktive løsninger i stavkirkene, som etter hans mening tilhører en forgangen tidsalder, et tilbakelagt stadium. Kirkene som han ønsker å markedsføre har derimot ekte fagverk; de er kirker for den nye tiden (Lending 2005: 114-116).

Linstow har rett i at man ikke kan kompensere for statisk ufullstendige løsninger ved å overdimensjonere materialer. Teoretisk er det slik at hvis et konstruktivt ledd skal være i statisk likevekt, må summen av alle kreftene som virker på leddet danne en lukket krafttrekant. Men han legger ikke vekt på at tømmerne hadde satt inn så mange «triangulære Forbindelser» i Tønjum kirke at den hadde vært stabil i 6-700 år. Bevisst eller ubevisst overser nok Linstow at løsningene i de tidlige trekirkene var det praktiske grunnlaget for den nyere teoretiske kunnskapen som han kan ha lært på Akademiet i København, på Bergakademiet i Kongsberg og i Ingeniørkorpset, en kunnskap han brukte for å komme frem til løsningene i de nye trekirkene sine.

Linstow drøfter heller ikke mulige årsaker til at tømmerne prosjekterte kirkene med akkurat de dimensjonene og akkurat den måten å sammenføre delene på. Nå, 180 år senere, er

det kanskje lettere å se på trekirkene fra middelalderen som eksempler på tids- og stedsbestemte løsninger. Spørsmålet om hvilken kunnskap håndverkerne anvendte i prosjekteringen av trekirkene ligger nært. For å nærme seg dette må man synliggjøre tanker og praksis. Her vil det bli drøftet om det er mulig å rekonstruere deler av prosjekteringen av de tidlige trekirkene, dels ved hjelp av litteratur, dels fra undersøkelser i de bevarte kirkene. Jeg vil forsøke å vise at det kan gis en del svar, særlig når det gjelder de mål og forhold som kan ha blitt valgt for å overføre idéen kirke til en trekirkes fysisk form.

Bakgrunn

Trekirkene er et resultat av internasjonale og lokale erfaringer, og ikke to av de kjente kirkene er like. Bygningene skulle være uttrykk for den internasjonale Kirken og samtidig være et redskap for den innenlandske misjonen. Derfor kan ikke bygninger av ulik status, form og størrelse uten videre bli sammenlignet på en meningsfull måte i dag. Kirker er beregnet for ulik trospraksis og riter, de er bygget av ulike materialer, de har ulike konstruksjoner, de som kan ha vært forbilder er bygget på ulike steder og på ulike tidspunkter. Men selv om man antar at spesielle deler av prosjekteringen av kirker i hovedsak har hatt regionale eller bare lokale fellestrekk, kan generelle beskrivelser fra andre land i Nord-Europa også antyd noe om praksis i Norge.

Proessen fra idé til ferdig bygning er mindre drøftet i faglitteraturen, både fordi de direkte kildene er få og fattige på informasjon, og fordi tolkninger ut fra de stående bygningene ofte gir flere nye spørsmål enn svar. I internasjonal faglitteratur er planlegging av steinkirker drøftet av mange forfattere som i hovedsak har basert sine fremstillinger på skriftlige kilder: For kirker i Tyskland blant annet Günther Binding (Binding 2002) og Dietrich Conrad (Conrad 1990: 73-116). På tross av at omkretsen av fundamentene for alle kirker må ha vært markert på en eller annen måte før graving tok til, er det knapt noen beskrivelse av hvilke regler som styrte grunnarbeidene i kirker i middelalderen. Noen få arkeologiske spor finnes: Ved gravningen i krypten i York Minster i 1930 fant utgraverne det som sannsynligvis var en av de opprinnelige pælene for utstikking for den anglo-normanniske katedralen. Sporet av en tilsvarende plugg ble funnet i 1968 under nordsiden av midttårnet (Phillips 1985: 49). Ved utgravningen i 1948 under koret i katedralen i Köln ble det funnet et lite hulrom som kan være spor etter en senterplugg eller en målepinne fra utstikking (Doppelfeld og Weyres 1971: 85). En dokumentasjon av en pinne for utstikking forteller ikke hvordan utstikkingen foregikk, men den kan vise hvor denne nødvendige del av handlingen fant sted.

I norsk bygningsarkeologisk faglitteratur blir dokumentasjon av bygningsrester, spor etter bygninger og de stående bygningene brukt til å drøfte antagelser om overføring av kunnskap om form og om bygningenes historie. Ulike forutsetninger for kirkereisning er blant annet drøftet av Jan Brendalsmo (2006). Hvordan materialer er valgt, målsatt og tilhugget er beskrevet av Harald Bentz Høgseth (2007). Den endelige monteringen av de tilhuggete materialene er beskrevet blant annet av Håkon Christie i hans bok om Urnes stavkirke. I kapitlet «Byggeprosessens forløp, en hypotese» legger han vekt på å klarlegge hvordan og i hvilken rekkefølge materialene er blitt sammenføyet ved montering og reisning (Christie 2009: 200-211). Han begrenser derved begrepet til å gjelde den siste delen av en lengre prosess. Begrepet byggeprosess kan imidlertid omfatte hvordan noen tok initiativ

til, bekostet, ledet, planla og designet bygningen. I den norske faglitteraturen har det derimot vært lite drøftet hvordan kirkenes ulike deler, deres form og størrelser, deres fremtidige sammenføyninger i forhold til hverandre og rekkefølgen de måtte monteres i, kan ha blitt vurdert, formulert og fastlagt i prosjekteringsfasen.

Arkitektur har en formal synlighet som et grunnleggende prinsipp: det som er tenkt og planlagt blir gjerne bygget. Kanskje gjelder dette i større grad trekirkene enn steinkirkene, her kan det ofte ha vært et kort tidsrom mellom planlegging og montering. Prosjekteringen av trekirkene var en faglig praksis som stadig nye generasjoner tømrere ble lært opp i, man delte erfaringer som var mer eller mindre åpne, avanserte og organiserte. Prosessen besto neppe av kunnskap som var hemmelig, vanskelig eller mystisk (Coyne og Snodgrass 1991: 129ff). Overføringen av slik kunnskap om form kan ha vært mer eller mindre tilfeldig; den avhanger av tid, sted, miljø og oppdrag. Prosjektering av en bygning handler om å se for seg hvordan den skal bli som ferdig, ut fra erfaring med hva som har vært gjort tidligere.

Den danske arkeologen Søren Michael Sindbæk viser ved en kompleks nettverksteori hvordan gjenstander ble brakt rundt i Nord-Europa i vikingtid. Et objekt kunne gå fra hånd til hånd som gave, ved handel, diplomati, tyveri eller krig (Sindbæk 2007). Når det gjelder ideologiske forestillinger og ideer om kirkers organisering og bruk, brakte prester med seg godtatt forståelse og vedtatt kunnskap. Denne kunnskapen møtte lokal tradisjon og byggepraksis og ble omforent i byggeprogrammer. Hvor mye av fremmed form ble akseptert? I hvor stor grad etterligner trekirker i Norge trekirker andre steder? Kom eventuell mangel på kopiering av at mye kunnskap om form ikke kan formidles muntlig? Kunnskap om prosjektering, tillaging og montering av en kirkebygning som gikk ut over lokal praksis, må ha blitt overført av personer med byggfaglig erfaringskunnskap. Det kan for eksempel ha vært en hjemvendt tømrer eller en fremmed håndverker på reise.

Ulikhetene i kirkenes form og størrelse viser at hver bygning er løst som en frittstående byggeoppgave, den ferdige kirken er derfor som regel tids- og stedsbestemt. Man vet ikke hvilket handlingsrom den utøvende ansvarlige for oppgaven hadde når det gjaldt form og forbilder; planleggingen ble rimeligvis styrt av oppfatningene til de ulike deltagerne i arbeidet (McNicol 1997). Oppgaven var å lage en kirke av en viss størrelse og form, og den skulle likne på andre kirker. En rekke ønsker og behov skulle forenes, noe som blant annet var styrt av hvor byggherre/eier hørte hjemme i det sosiale lagdelingssystemet. Man måtte beregne omfanget av arbeidet, kostnader, materialbruk og antall arbeidsdager, og fastsette antallet ulike materialformer og deres dimensjoner (McCade 1990: 32-33).

Oppmåling

En undersøkelse kan bestå i å analysere bygningens mål og forhold, den enkelte sammenføyning og det enkelte elements mål og forhold. Blant de som dokumenterte stavkirkene fra 1800-tallet kan nevnes arkitektene Franz W. Schiertz (1815-1887) og Georg A. Bull (1829-1917), ingeniøren Peter Blix (1831-1901), arkitektene Håkon Thorsen (1846-1901) og Jens Zetlitz Monrad Kielland (1866-1926). Av disse var det få som publiserte hva de nødvendigvis må ha observert og forstått av bygningenes prosjektering mens de målte opp kirkene; deres mulige innsikter ble nok ikke tatt med i den videre forskningen. Heller ikke deres erfaringer med å dokumentere kirker ble nedskrevet i samtiden, derfor ble det ikke utviklet en bygningsarkeologisk dokumentasjonsteori. Kunnskap fra praksis ble i hovedsak videre-

brakt personlig som erfaringsbasert kunnskap fra én oppmåler til en annen. Publisering av oppmålinger, beskrivelser og tolkninger av bygninger var forbeholdt andre fagfolk enn de som dokumenterte kirkene ved oppmåling, gjerne antikvarer med ulik faglig bakgrunn.

I dag er det problematisk å bruke oppmålinger av Bull og Blix, fordi begge brukte tommer, fot og alen ved oppmålingene; ved omregning vil det lett oppstå adderte feil. Når det gjelder Bull kan man av måleskissene se at han gjerne bare målte halve kirkenes plan og oppriss for å gjøre arbeidet enklere og raskere. Han brukte verken koordinatsystem, triangelmåling eller løpende mål, de faktiske skjevhetene ble ikke registrert. Derfor kunne han under optegning hjemme ikke finne og rette feilavlesninger, eller anslå manglende mål. Hvis tegningen ikke «gikk opp», måtte han jenne til bygningene ved å la alle plan være i vater, vegger være i lodd og hjørner ha rette vinkler. Det endelige resultatet blir en normert beskrivelse med usystematiske målavvik; men opptrukket med tusj og med laving er resultatet fint på litt avstand. Også senere arkitekters oppmålinger av stavkirkene har så store avvik i målestokk 1:50 at lengder tatt fra tegningene ikke kan brukes som underlag for en analyse av opprinnelige mål og forhold i kirkene, og det er ikke mulig å lage korrekte arbeidstegninger. Dette var årsaken til at Riksantikvaren fra 1940-årene har søkt å måle opp alle stavkirkene i 1:20. I dag har man plan, snitt og fasader av omtrent 2/3 av stavkirkene i denne målestokken. Uansett er en oppmåling en forenklet tolkning som bare tar med det den som måler ser, legger vekt på og mener er relevant. Når det blir stilt nye spørsmål til bygningene er det derfor nødvendig å foreta nye oppmålinger.

Gjennom årene har mange forfattere i hele Europa beskjeftiget seg med studiet av målforhold, geometriske figurer og lengdeenheter i kirker fra middelalderen (Naredi-Rainer 1984). Det er gjerne fire metodiske svakheter ved disse analysene. For det første er det ikke gjort rede for nøyaktig hvor målene er tatt. For det andre er målene som blir bearbeidet ofte tatt fra tegninger i ulike målestokker, målene blir derfor både unøyaktige og usammenlignbare. Som en følge av dette blir enhver videre bearbeiding usikker. For det tredje blir det ikke sannsynliggjort hvorfor målepunktene, eller hjørner på geometriske figurer, skal legges der de blir lagt. For det fjerde er systemene som blir lagt frem ofte ikke basert på hva som er praktisk mulig i en antatt arbeidssituasjon på tuften; figurene er gjerne unødig kompliserte, overbestemte og innbyrdes selvmotsigende (Wittkower 1967: 162). Mer fruktbare er derfor de analysene der forfatterne selv har målt i kirkene eller i utgravningen, og der de legger frem metodiske drøftinger av forutsetningene, som undersøkelsene i Norwich-katedralen (Fernie 1976) og utgravningen i Yeavinger (Hope-Taylor 1977).

Tanke og design

Tanke og design hører sammen, og *tanker* om bygninger er noe mer enn *regler*. På det enkleste nivået er tanker om bygging kunnskap om hvilke holdninger man skal ha, hvordan ting skal utføres ut fra hva som der og da er ansett som gode løsninger. Den amerikanske arkitekturhistorikeren Paul-Allan Johnson foreslår at teoriens rolle i arkitekturen har vært ment å lede praksis ved en løpende dialog; derfor må det ligge en form for teori bak enhver prosjektering (Johnson 1994: 33-35). Det er verdt å skille mellom håndverkeres ulike teorier-for-praksis på den ene siden og tanker om kirker og deres form og tilblivelse formulert av filosofer, historikere og kommentatorer i middelalderen på den andre. Kunsthistorikeren Staale Sinding-Larsen hevder at teori i utgangspunktet er en systematisk støtte for erindrin-

gen. Ulike teorier kan bli sett på som spesialiserte og betonte utgaver av handlingslister (Sinding-Larsen 1994: 40, 49). I videste forstand kan dette dreie seg om etterligning av forbilder med normativ status, der deres mål og forhold var garanti for et vellykket resultat. I et kostbart signalbygg var det lett å koble mål og forhold til det gode resultatet; tallene og tallforholdene kan ha blitt oppfattet som vakre i seg selv. Men slike enheter og forhold var i utgangspunktet bundet til hensiktsmessighet i en bygning, laget på en viss måte med visse materialer, med en gitt størrelse og form. Det ville ofte ikke gi en statisk sunn konstruksjon ved å overføre tallforholdene til bygninger med andre materialer og konstruksjoner. Ut fra dette kan man si at normative utsagn om hvordan ting skal gjøres ikke i seg selv er teori. En teori-for-praksis knytter ideer til praktisk arbeid, den knytter det abstrakte til det konkrete. For å kunne gjøre teorier bearbeidbare og sammenlignbare har man i vår tid satt som en forutsetning at de kan skrives ned. Hvis håndverkernes erfaringer og programmer ikke var nedfelt i en skriftlig kanon, kan det ikke sies at det har funnes noen arkitekturteori.

Samtidige bygningsbeskrivelser

Det har vært skrevet mye om forholdstall og geometriske figurer angivelig brukt i prosjektering av kirker i middelalderen i Europa. Mange forfattere har forvekslet slike erfaringsbaserte antall enheter, og forhold mellom dem, med de sammenhengende matematiske utsagn om empiri som møysommelig ble utviklet til statikk, likevektslære, i nyere tid. Gresk og romersk tenkning om teknikk og byggepraksis kan finnes spredt i arbeidene til filosofer, historikere og ulike kommentatorer, men disse tankebitene gir ikke noen enhetlig teoridannelse. Dessuten synes hverken romerske eller greske templer å ha blitt tilpasset lokale byggeskikker i noen særlig grad. De estetiske prinsippene og praktiske løsninger som blir beskrevet for middelhavsområdet steintempler var uansett til liten praktisk nytte for tømmerere av trekirker i Nord-Europa (Krinsky 1977: 36-70).

Det er få kilder på folkespråk som omhandler praksis i prosjektering av kirker i Nord-Europa i middelalderen. Hva som ble skrevet ned kan ha vært tilfeldig, men hvordan det skulle skrives er styrt av sjangeren og er gjerne uten en byggfaglig forståelse. Skriftkyndige utdannet i bibelske, romerske eller nordiske litterære tradisjoner beskriver innimellom sine erfaringer med eller oppfatninger av bygging, men da som ikke-håndverkere. Tekstene etterlignet eldre arbeider, det var krøniker, ulik prosa, prekener, fromme og mystiske skrifter. Beskrivelser av kirker og kirkebygging er preget av tidsmessige, stedsmessige og tankemessige ulikheter, og for den som søker konkrete opplysninger om praksis ved prosjektering er ofte innholdet generelt, overfladisk og utvendig. Få konstruktive henvisninger er derfor åpne for entydige fortolkninger; overførte og dikteriske sammenligninger dekker ofte bygningsbeskrivelsen. Antall lengdeenheter på plan eller oppriss kan være styrt av billedlig tale, eller som tallmystiske sammenhenger snarere enn reelle mål. Mengdebeskrivelse som forfattere henviser til behøver ikke å samsvare med byggernes planer. Selv om mål som oppgis forgir å være virkelige, er de kanskje allikevel ikke mulige å bruke til en grafisk rekonstruksjon, selv når forfatteren bedyrer at han har vært et øyenvitne.

I sine beskrivelser fra rundt år 1144, uttrykker abbed Suger i St. Denis hvordan arkitekturformene tjener de åndelige begrepene brukt i kirken; han fortolker Den himmelske virkeligheten symbolsk (Panofsky (1944) 1979). Andre forfattere priser velyndere og sponsorer ved å vektlegge nyheter i kunsten og arkitekturen, eller det kostbare og prangende ved byg-

ningene. I omtale av historiske hendelser, i helgenbeskrivelser og i omtaler av kirkenes stiftelse er det ofte en fjern og forbeholden formidling av byggepraksis. Mange forfattere bekrefter tekstens sannhet ved henvisning til bibelske hendelser og litterære eller virkelige bygninger som blir antatt å være kjent av leseren. Konkret kunnskap om prosjektering og bygging blir underordnet trossymbolikken, med et ordvalg som peker mot ideer hinsides formen. Et eksempel på dette er den liksom-virkelige beskrivelsen av en trekirke i Stavkirkeprekenen (Salvesen 1971: 100-104). Alt i alt er slike beskrivelser av begrenset bygnings- arkeologisk verdi.

Kirken kan ha ønsket felles regionale roller, ritualer, strukturer og praksis, for å kunne kontrollere en kompleks virkelighet. Allikevel er det ikke kjent nedskrevne normer for kirkers materialer, form eller størrelse, og en designidé kunne derfor bli overført på flere måter fra tanke til ferdig bygning. Det fantes et utvalg av velprøvde tekniske løsninger; elementer kunne bli sammenføyet på ulike måter. Tradisjon, økonomi og tuftens beskaffenhet styrte valgene, og bygninger med ulik fundamentering og plan ble reist på samme tid, også innenfor et ganske begrenset område, noe man kan se for eksempel i Valdresbygdene. Men bygningserfaring, synet på økonomi, valg av materialer, tilgang på arbeidskraft og estetisk oppfattelse ble også forandret over tid. Slik ble valg av form og størrelse, den overførte kunnskapen, måten å sammenføye på, materialenes dimensjoner og rekkefølgen delene ble montert i, forandret. Kanskje ville man fra Kirkens side ikke gjøre tekniske spørsmål til estetiske eller teologiske, fordi man hadde erfart at det kunne sinke og derved fordyre byggingen.

Symmetri, matematikk

Oppmålinger av trekirkene viser at håndverkerne planla med regulære rektangler i lodd og vater. Noen kor kan ha vært tenkt kvadratiske, men ingen kjente stavkirkers skip har en slik form. Kirkene er som regel tenkt symmetriske om midtaksene både i plan og oppriss; parallelle sider er ment å være like lange og bygningsleddene er i vater fra grunnstokker til møneås. For å lage slike regelmessige former trengtes enkel matematikk og nøyaktig utmåling av lengder. Mange bygningsdeler i en trekirke har ikke loddrett avsluttede ender. For en dokumentasjon som i dag skal brukes til å rekonstruere mål brukt ved prosjektering, er det viktig å bestemme hvor målene er tatt i utgangspunktet. Ved planlegging må dimensjonene for en stolpekirke ha blitt regnet om til den mengde tømmer som ville gå med til sviller, stolper, tiler og sperrer. I stavkirker trengtes også staver i midtrommet, grunnstokker og gulvbord. Hvor mye virke ville gå med til vegg- og takbord og spon, hvor mange krumgrodde røtter trengtes til knær og buer?

Folk utviklet tall og regning fordi de hadde bruk for det i dagliglivet, mens enkelte hadde muligheter til å tenke seg frem til en mer sammenhengende teoretisk matematikk. Det er vist til at håndverkere som prosjekterte kirker i Sentral- og Nord-Europa hadde en tilnærming til faget som var basert på «art and science of geometry» (Shelby 1972: 395-421). Hva man har lagt i dette i for eksempel Frankrike i forhold til samtidig praksis i Norge er ikke kjent. Det man vet er at bevarte beskrivelser av mål i bygninger ikke handler om den matematiske siden av geometrien eller aritmetikken. Tilnærmingen til grekeren Euklids samlinger av geometri varierte gjennom hundreårene, fra det anvendte i praktisk arbeid til det mest teoretiske på skoler og universiteter (Ullman 1964: 263-285). Nedskrevet matematikk var

fra 1000-tallet abstrakt og fulgte sin egen indre logikk. Den var enda lite utviklet og tok ikke hensyn til arkitektur, til det er bygging for mye avhengig av materialeegenskaper; bygninger blir derfor for unøyaktige for matematikken. Den senere filosofiske og åndelig fortolkende matematikken er heller ikke ment som en beskrivelse av virkeligheten, bygningenes materielle form er tatt vekk og formen blir fremstilt som en ren idé. Kirkenes mål blir beskrevet som en del av en kosmisk verden, ved hjelp av tall, forhold og deres geometriske likheter (Zaitsev 1999: 535-536).

Men parallelt med dette blir matematikken utviklet i en mer praktisk retning. Håndbøker om praktisk geometri spredte på 1000-tallet en enkel geometri blant forskere og lærere som ellers ikke kjente til Euklids bøker (Evans 1976/77: 107-108). For eksempel var det en utbredt kunnskap om effektiv, praktisk geometri ved landmåling, utstikking og prosjektering ved kjøp, arv og nybygging. Slik daglig kunnskap ble viderebrakt, utviklet og vedlikeholdt gjennom hundreårene i hele Europa. Landmålere, brobyggere og husbyggere i middelalderen trengte mer enn tilnærmede tall. De trengte geometrien, selv om den ikke omfattet matematiske bevis eller teoretisk utdyping. Den praktiske geometrien er imidlertid ikke en anvendt utgave av Euklids teoretiske arbeider, den er heller basert på generasjoners erfaring med hva som fungerte og hva som ikke fungerte, en slags usystematisk drøfting av form, størrelse, teknikk og konstruksjon (Victor 1979: 64-65). De fleste reglene besto nok av forholdstall, men noen av reglene kan for enkelthets skyld ha bestått av proporsjoner, det vil si forhold mellom forhold, som i en geometrisk betydning gir likedanne former i ulike størrelser. Man måtte gjerne ordne erfaringene til et anvendelig antall lengdeenheter. Forholdene mellom dem, og forholdene uttrykt i geometriske figurer, ble til regler som kunne være enkle å huske og overføre til nye generasjoner landmålere og bygningshåndverkere.

Planlegging

Man må tro at trekirkene i Norge fra kristningen var del av én eller flere grunnfestete tradisjoner; man gjentok handlinger som ga ganske like planer og oppriss. At den enkelte kirke blir vurdert som særegen, kan blant annet komme av alle ulikhetene i detaljer, men det betyr ikke nødvendigvis at de er laget av ulike håndverkere. Hva tenkte man i samtiden om det å bygge en kirke? Hvilke foranderlige deler ved bygningene anså man for å være viktige? Hvem formulerte kravene? Hvordan var kirkene planlagt og utført i forhold til bruken? Hvilke allmenne løsninger ble brukt for å løse de spesielle problemene? Tilpasset man lokal trospraksis til den gitte bygningsformen, eller ble formen lagt opp etter tidens trospraksis? Trakk det i bygningene som var forbilder, ble regn og vind holdt ute, var det nok naturlig lys?

Ved prosjektering tenker man ut løsninger og blir enige om de planene man skal bygge etter. Det må blitt gjort avtaler om flatemål, den tekniske standarden og fremdriften. Man må ha beregnet total kostnad, slik som byggherrens generalkostnader, utgifter til inventar og utstyr og andre følgekostnader. Hvor sterke meninger hadde aktørene om kirkene i planleggingsfasen og hvilke ulike verdssystem skulle forenes? Biskop, oppdragsgiver og ansvarlig utførende kan ha hatt ulike hensikter og oppfatninger. Da erkebispedømmet i Trondheim ble opprettet i 1152/53, hadde man ut over landet reist og tatt i bruk *små* stolpe-, stav- og steinkirker, *middels store* stav- og steinkirker og *store* steinkirker. Hvordan ble trekirkenes størrelser definert av oppdragsgiver? Var det etter antallet sperrer i taket og staver i midtrom-

met? Var det bredden på skipet i forhold til lengden på skip og kor uttrykt i antall enheter (Jensenius 2001: 91-104)? Variantene viser at valget om å øke en kirkes størrelse begrenset valget av materialer og byggemåte; på den annen side la valget av materiale føring for bygningenes størrelse og form. Man hadde forbilder, både lokalt og regionalt, både for de ytre formene og den indre organiseringen; men uansett ble stein- og trekirker prosjektert på hver sine måter. Hensikten med kirker er i hovedsak å være brukshus for trospraksis, de er værskall for en gruppe mennesker. Det er ikke i motsetning til at det kan ha ligget en formmessig plan bak konstruksjonen.

Hvilken sammenheng var det mellom areal og liturgi? Kirkenes utforming ble påvirket av minst to erkjennelsestradisjoner, den intellektuelle arven fra universell kirkearkitektur og den lokale tømmerens erfaringer fra sin læretid og tidligere oppdrag. Det er nok liten sammenheng mellom liturgisk praksis og bygningenes organisering, og det er ikke et nødvendig samsvar mellom teologi og arkitektur, fordi teologi ikke kan uttrykkes i materialer og konstruksjoner (Beaujouan 1957: 6-7). Tros læren er viktig for å forstå religiøs praksis i middelalderen, men tradisjonelle trosforklaringer er langt fra håndverkerens faglige virkelighet. Derfor har den litterære skriftkyndighet hatt liten praktisk overføringsverdi til prosjektering og tillaging av en kirke (Frankl 1960: 107).

Noen erfaringer blir allmennkunnskap, andre er mer lokale og tidsbestemte. Noe kunnskap går i glemmeboken, mens nye erfaringer gir alternative løsninger; slik forandres bygninger over tid. Forbildet for den kirken som ble reist i Urnes på 1060-tallet kan ha vært et helt annet enn den etterfølgende kirken som ble reist på 1130-tallet, selv om de begge ble reist på samme sted av tømmerere med omtrent samme byggeerfaring. Enhver forandring av byggemåte, form, størrelse og konstruksjon avhenger av nye løsninger. Nye metoder, verktøy, ferdigheter og teknikker var resultat av en kompleks og usystematisk overføring av kunnskap om form (Long 2004: 72-101). Håndverkere jobbet i team, med det man i dag kaller målrettet tenkning og problemløsning (Shelby 1977: 6-8). Det har aldri funnes en *beste* byggemåte, kirker ble designet og bygget både i stein og tre og i kombinasjoner av materialer og konstruksjoner. Derimot må man kunne anta at det var byggemåter som var ansett for å være gode, ut fra muligheter og begrensninger. Mens noen beslutninger var strengt fornuftsbestemte, var andre mer tilfeldige. Hvordan kan man i dag finne ut forskjellen?

Håndverkerspråk

Håndverkerspråk var utviklet av håndverkere og for håndverkere. Forståelsen av språket forutsatte en oppøvd kunnskap om dimensjonering av konstruksjoner, slik som senteravstander mellom stavene og høydene på dem, bjelkenes tverrsnitt, tileveggenes tykkelse, og avstivningen av midtrommet. Systematisering av erfaringer førte til at det ble utviklet faglige begrepsapparater i normrettede fagspråk, som i hovedsak ble spredt ved instruksjer, drøfting og samhandling (Kruft 1994: 30-31; Sinding-Larsen 1994: 76). Et eksempel på en arbeidsbeskrivelse med en form for fastsatt angivelse av størrelser finnes i en fransk tekst fra 700-tallet, som gir anbefalte mål i en bygning. Her angis forholdet mellom veggykkelse og vegg høyde målt i kroppsdeler, og det blir beskrevet hva som må gjøres dersom taket har ulik høyde der bygningen er hvelvet eller der byggegrunnen er dårlig:

§1. Hvis en bygning skal ha en høyde på fire ganger legemshøyde må fundamentet ha en dybde på én legemshøyde. Hvis høyden skal være tre legemshøyder, skal fundamentet ha en dybde som tilsvarer legemshøyden nedenfra og opp til skrittet. Hvis bygningen bare skal være én legemshøyde, skal fundamentet tilsvare høyden til knærne (Mortet 1907: 3-35; overs. Jensenius 2001: 49).

Videre angis forhold mellom høyde på vegg og dybde på fundament for ulike grunnforhold og for ulike takløsninger, alt uttrykt som lengder på kroppsdeler. Et slikt fagspråk med praktiske angivelser kan være kort og presist og nesten uten forklaringer. Det gir vel mer svar på «hvordan» enn «hvorfor», slik det blant annet er vist i den personlige skisseboken til Villard de Honnecourt, fra ca år 1220-30 (Barnes 2009: 16-19). Den er et eksempel på muntlig overføring av kunnskap om form på folkespråket. Villard er taus om strukturelle forhold, det er ikke noen konkrete regler eller observasjoner i tegningene hans. Konstruksjonene blir forklart på den enklest mulige måten uten særlig detaljering. Forklaringene er åpenbart ment for den som hadde kjennskap til tømring og muring (Kidson 1981: 330). En slik samling antegninger var neppe begynnelsen på en drøfting av faglige grunnspørsmål, den er heller ment som en tids- og stedsbestemt hjelp for minnet. Denne typen nedtegnelser kan kanskje liknes med teologenes florilegium, en privat notisbok til å skrive ned mindre tekster man ville huske for sin egenutvikling (LexMa, 2002: IV, 566).

Samtidige europeiske kilder forklarer at kirker ble planlagt, designet, utstukket og bygget «slik det skal gjøres» (*ut mos est*) (Mortet 1911-1919: 51-52). Med dette menes vel at stedets godtatte byggemåter blir fulgt, det vil si at lokale forhold ga ulike standarder og normer (Épaud 2008; Biggam 2002: 50-52). De byggfaglige omstendighetene rundt en kirke er i litteraturen ofte ikke sett på som knyttet til bruken, de blir sett som tilfeldige følger mer enn som forutsetninger i planleggingen. Richard Krautheimer peker på at det var vanlig å følge designprinsipper som var anvendt i betydningsfulle eldre kirker, men han mente å se liten interesse for ren etterlikning. Vel ble enkelte elementer overført, men de ble ofte byttet om på. Videre peker han på at grunnplanen til mange kirker både var styrt av strukturelle og formale behov i tillegg til nødvendige krav for trospraksis (Krautheimer 1942: 19). Samtidig måtte det være et spillerom; modeller for praksis utelukker ikke nytenkning og nytolkning, og modellene kan gi en overliggende mening (Bloch 1965, I: 110-120; Van Engen 2002: 492-494).

I håndverksbegrepet ligger kunnskapen i beskrivelsen, men forklaringene er ikke nødvendigvis avhengig av hele setninger. Viten om arbeidsmåter blir også samlet ved handlinger, som nevro-muskulær ferdighet ved praktisk trening i rekkefølgekunnskap. Denne prosessen er definert av Norsk håndverksutvikling som handlingsbåren kunnskap, den må videreføres også ved praktisk utførelse (Godal 2007: 14-17; Martinussen 2007: 56). Erfaringer med materialer og konstruksjoner blir utviklet over tid i arbeidet med praktiske problemer ved prosjektering og montering som må løses der og da. Rekkefølgekunnskapen gjør arbeidet mer forutsigbart og er ment langt på vei å garantere resultater. Var det nødvendig å bruke spesielle teknikker for å planlegge og utføre arbeidet, ut over det håndverkeren kunne holde i minnet? Planlegging og design er overgripende prosesser, med vekslende mellom detaljer og helhet; man arbeider seg frem til bygningens form og konstruksjon både nedenfra, ovenfra, innenfra og utenfra samtidig. Montering derimot, må gjerne foregå fra fundamentet og oppover, i steinkirker ofte fra øst til vest. I løpet av planleggingen må det ble enighet om en entydig oversikt som viser når og hvordan de enkelte delene er tenkt montert til en helhet. Som Håkon Christie viser for Urnes' kirke kan eller må enkelte ele-

menter ha blitt montert samtidig, mens noen deler måtte settes inn før eller etter andre (Christie 2009).

Prosjektering, Lomen stavkirke som eksempel

Man har i forskningshistorien gjerne sammenlignet en kirkes ytre form, den *synlige orden*, med andre bygninger i inn- og utland. Målene som var forutsetningen for designen kan man kalle den *usynlige orden*. Formale likheter og antatte likheter i konstruksjonen kan gi inntrykk av at kirkene er like, slik at de enkelt kan sammenlignes. Men én ting er å peke på antatt formlikhet, noe annet er å sannsynliggjøre at det dreier seg om en bevisst overføring av like former. Det som tidligere er beskrevet om prosjektering generelt, kan også gjelde for Lomen stavkirke spesielt. Oppdraget var nok styrt av deltagerens ulike ønsker og meninger, men den felles idéen var at det skulle lages en kirke av en viss størrelse og form, som liknet på en eller flere andre kirker.

Lomen stavkirke ligger i Vestre Slidre i Valdres; den ble reist etter år 1192 (Anker 2005: 268, n.251). Ved ombygninger av Lomen på 17- og 1800-tallet ble apsis og korvegger revet. En tolkning av en del av målene i Lomen stavkirke er vist i en analyse (Jensenius 1988). Målene som oppgis er de som er dokumentert ved oppmålingen av kirken i 1984 og de kan skille seg fra de opprinnelig tenkte målene rundt 1192 (Fig. 1). Søndre og nordre korsviller er bevart in situ under det nåværende gulvet, og deler av korets opprinnelige takkonstruksjon er bevart på loftet over koret. Det er derfor mulig å rekonstruere målene for apsis med noen grad av nøyaktighet (Jensenius 1988: 32).

Kirkerommets førstebehov var antagelig et flatemål tilpasset antallet brukere da kirken ble planlagt, men det er ikke kjent hva som var tanken bak bygningenes ulike høyder. Hvis man trenger større areal i skipet kan man øke bredden og derved høyden på taket, alternativt kan man forlenge skipet og beholde samme spenn og takhøyde. På den annen side vil en bygning som er mest mulig formet som en kubus ha minst mulige tak- og veggflater i forhold til kubikkinnholdet og også korte forbindelser mellom dem som skal bruke arealet. Med mindre man oppførte et «ferdighus» må prosjekteringen ha tatt sitt utgangspunkt i behovene, mulighetene og begrensingene i Lomen på det tidspunktet, noe som må ha forutsatt en rekke økonomiske og praktiske avveininger. Undersøkelsen av Lomen stavkirke viser at anleggets enkelte deler er satt sammen av tilnærmet rektangulære elementer både i flaten og i opprisset. Alle staver og vegger må forutsettes å ha vært planlagt og forsøkt utført i lodd, for å gjøre arbeidet enklest og mest forutsigbart skulle alle liggende forbindelser være i vater og hjørnene skulle være rette vinkler. Det hensiktsmessige ved et slikt volum er at det lett kan kontrolleres under arbeidet ved enkle geometriske former som kvadrater, rektangler, sirkler og triangler rundt symmetriakser.

For håndverkeren var ikke alle teoretiske muligheter praktisk gjennomførbare og bare få har vært relevante, mens bare én mulighet har blitt valgt og utført. Siden Lomen, som alle andre kirker, ble gitt ulike mål med ulike målestokker, nøyer undersøkelsen seg med å vise mulige forholdstall mellom antatte hovedmål. Slike mål og forhold har antagelig vært husket som handlinger. Byggerne har brukt overførte rekkefølgeregler som hadde vist seg å være hensiktsmessige i tidligere arbeider. Det må ha vært formaliserte beskrivelser som skritt for skritt viser hvordan man skal gå frem, hver gjentakelse blir derfor en praktisk test på teorien. I tillegg til aritmetikk må håndverkeren også ha mestret en praktisk geometri når han skulle

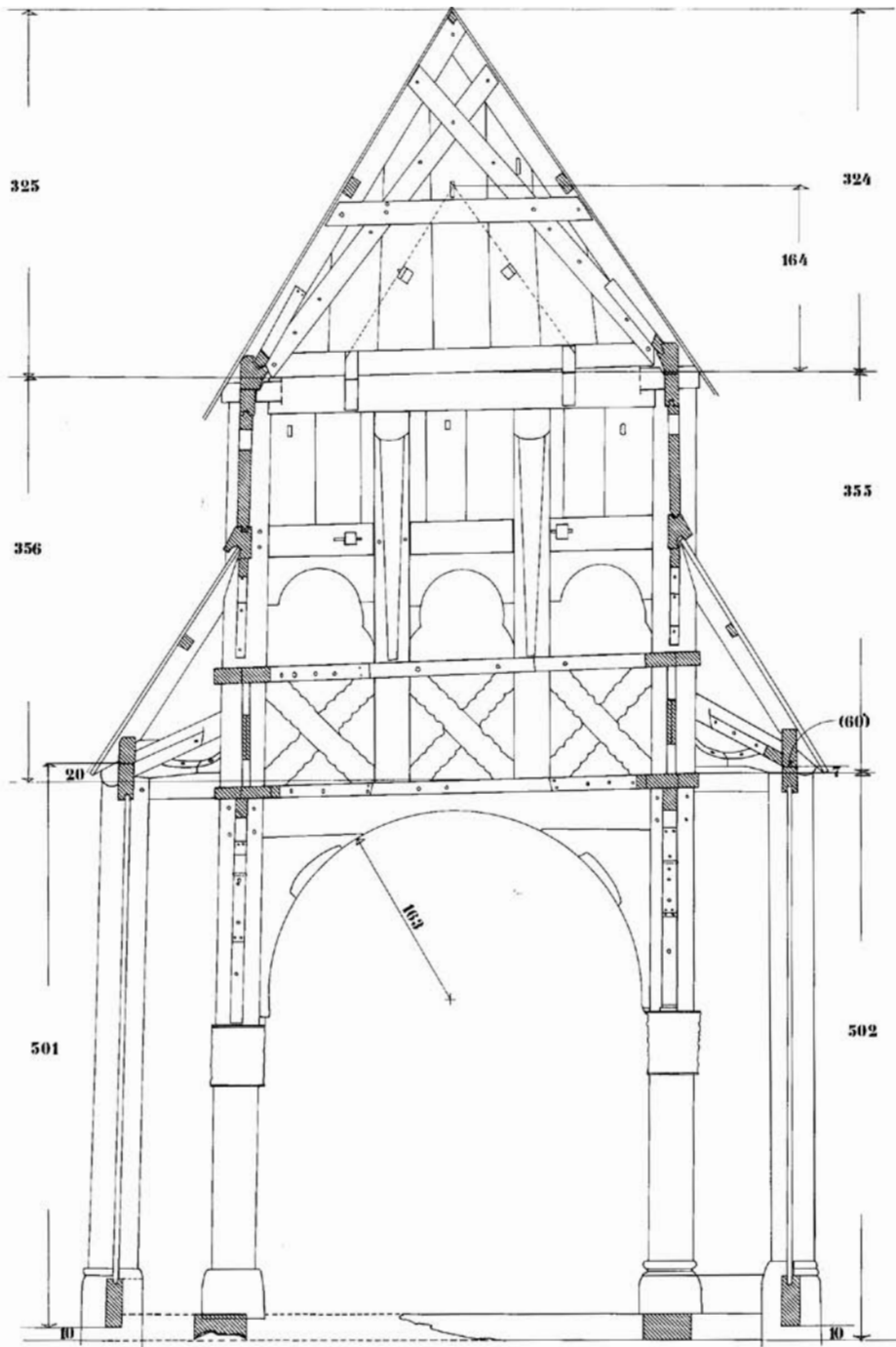


Fig.1. Målsatt tverrsnitt av Lomen stavkirke. Tegning: J. H. Jensenius.

sette ut retninger og høyder for bygningen, og for å utføre arbeidsstikking og innmåling. For håndverkeren kan det ha vært vrient å se for seg målene på alle sammenføyninger, derfor var det nok upraktisk å lage alle elementene ferdige før montering. De enkelte delene av bygningen er ikke planlagt og designet i den rekkefølgen de er tenkt montert; delene er heller gradvis tilpasset den enkelte konstruktive sammenhengen, eller den tenkte plasseringen.

Kanskje laget håndverkeren seg et riss eller måleplan i form av en grafisk oversikt med punkter som angir et måleopplegg for plan og oppriss av veggene, for å finne lengder, bredder og høyder og for å være sikker på at det hele gikk opp (Jensenius 2001: 84-91). Dersom beskrivelsessystemet ikke besto av grafiske hjelpemidler burde ikke bygningen være mer kompleks enn det håndverkeren kunne dele opp i grupper av flatemål, som han kunne lagre som et hukommelsesbilde. Ved undersøkelsene av målene i Lomen stavkirke kom jeg til at bygningens hovedmål mellom skipets og korets ytre bredder, lengder og høyder kan ha fremkommet ved bruk av sirkler, kvadrater og kvadratens diagonaler i planleggingen. Videre at figurenes størrelser kan forstås som enkle og hele tall.

I planen i Lomen stavkirke er det ikke noen tydelig avgrensning mellom skipets midtrom og omgangene, her kan målene på tømmeret være satt i raftet og i midtromsveggens sviller (Jensenius 1988: 54-55; Godal et al. 2009: 28-29, 226). På samme måte kan målene for omgangene være satt ut på omgangsveggens stavlegjer, målepunktene for svillene kan ha vært fastsatt i møtepunktene inne i hjørnestavene. Førstemålet i bygningen var vel uansett skipets bredde målt i raftet eller i svillen, det kan settes til ± 593 cm. Summen av lengdene på skipets svill + korets svill + radius i apsis kan settes til ± 1181 cm. Skipets høyde fra underkant grunnstokk til mønet kan settes til det samme, ± 1181 cm. Forholdet mellom bredde, lengde og høyde kan derfor med rimelig avvik settes til $593:1181:1181 \approx 1:2:2$. Midtrommets vegger og skipets vegger er ikke proporsjonale, fordi omgangen er valgt å være like bred rundt hele midtrommet (Fig. 2).

Hvor mange av hvilken lengdeenhet kan disse faktiske lengdene uttrykke? Ble det brukt ulike lengdeenheter for kirker og andre bygninger? I Norge var det vel gjerne mer eller mindre lokale skritt, alen og fot som var i bruk. I resten av Europa er det nevnt en fot på ± 30 cm for kirker. Hvis man har brukt en slik fotlengde kan Lomens hovedmål ha vært tenkt som 20:40:40 lengdeenheter (Jensenius 1988). Selv om en lokalt brukt målepinne ikke kunne bli nøyaktig etterliknet en offisiell enhet, ville lengder satt med den samme pinnen gi ønsket forutsigbarhet i hele konstruksjonen. De overliggende målene begrenset alle underliggende mål; bredder, lengder og dybder på bygningsdelene måtte tilpasses hverandre innenfor helheten. I tillegg til ønsker og behov for bruk kan man ha strukket eller krympet lengder for å få antall enheter som var hensiktsmessige å huske og å regne med under arbeidet. Valgene av tall kan også være knyttet til ulike tolkninger av bibelsk numerologi og noe som i dag kan kalles tidens og stedets estetikk (Snodgrass og Coyne 1997: 2).

Etter at totalmålene var bestemt ble hovedelementer i skip og kor målsatt, det vil si planen, opprissene av omgangsvegger, midtrommets oppriss to veier og takverket. Veggene var bestemt av staver med innfelte sviller og stavlegjer. I disse rammene ble det valgt mål til de øvrige enkeltelementene, som åpning for dører. De enkelte plankene i tileveggene og i gulvet kan ha blitt måltilpasset til slutt. Når de samme horisontale nivåene og de samme loddlinjene ble fastholdt, ville alt kunne gå opp. Delene ble tenkt ut sammen slik at delenes plassering var gitt når deres mål var fastlagt. Den endelige monteringen fulgte derfor bare det som var bestemt i prosjekteringen, skritt for skritt.

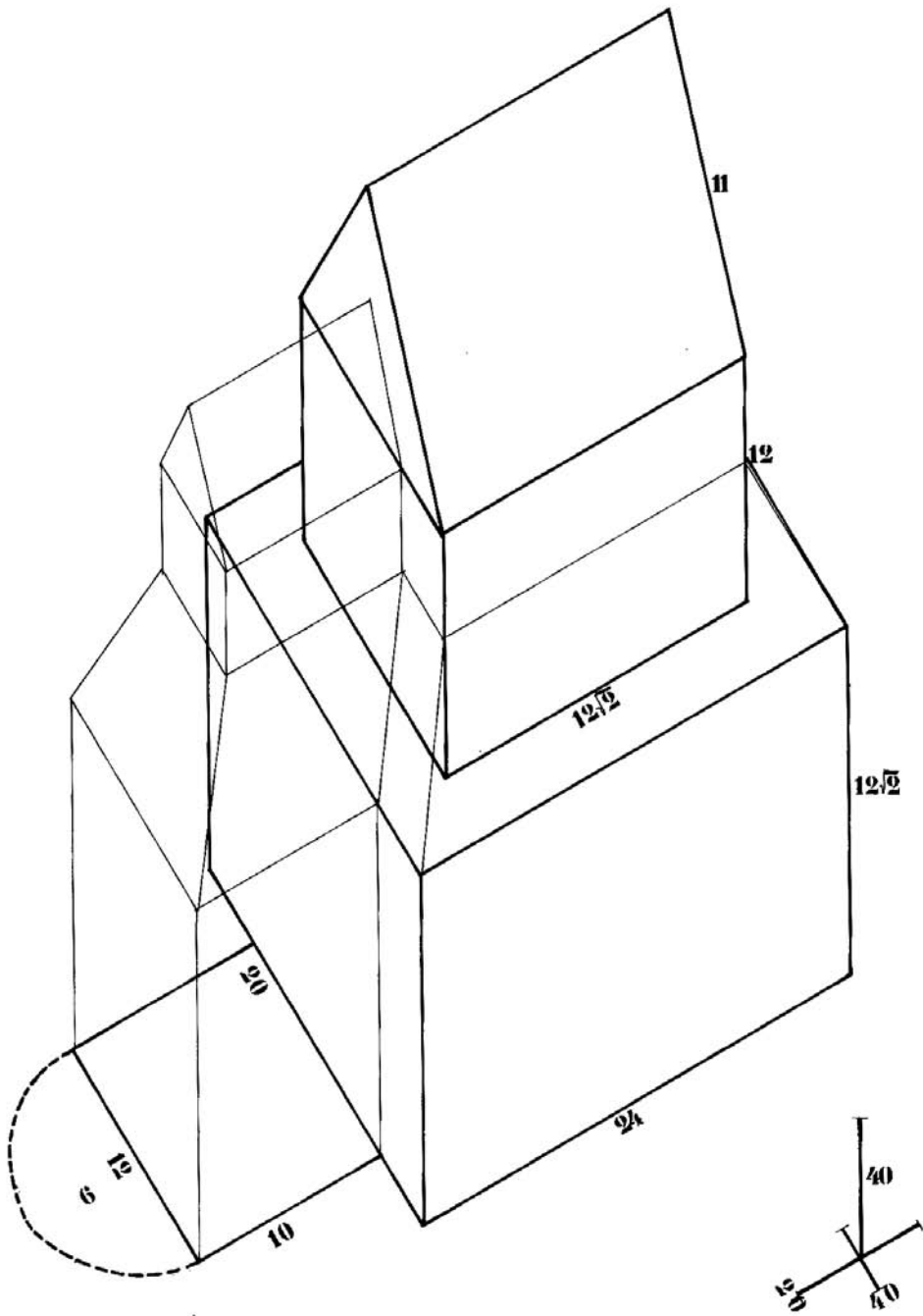


Fig. 2. Mulige målforhold i Lomen stavkirke. Tegning: J.H. Jensenius.

Avslutning

I denne undersøkelsen er det drøftet noen av de problemene man står overfor om man ønsker å rekonstruere prosjekteringen av trekirkene fra vikingtid og middelalder i dag. Det er pekt på et sitat av Linstow som viser at han ikke var opptatt av hvorfor tømmerne hadde valgt akkurat de løsningene han kunne se i trekirkene. I dag er det en større interesse for å forstå tømmerens intensjoner i vikingtid og middelalder. Overveielser, forhandlinger, ulike kompromisser og avvik fra det eventuelt udiskutable forsvant med deltagerne i arbeidsprosessen. Det gjør det vanskelig å vite hvorvidt kirkenes ulike størrelser og former også kan skrive seg fra føringer lagt av mulige reformister, i motsetning til fra de som ville holde fast på fortidens løsninger. Man kan derfor ikke anta at likeartede bygninger som ble reist i nærheten av hverandre omtrent samtidig er planlagt ut fra lik prosjekteringspraksis. Dessuten kan ulikheter i trekirkene også skrive seg fra ulikheter mellom lokale byggemåter for stolpe- og stavbygg som allerede var revet fra før man begynte å reise kirker. Det må ha vært mange form- og materialtilpassede rekkefølgeregler som ble benyttet så lenge de var hensiktsmessige, men som deretter ble erstattet og glemt. De huskereglene som var hensiktsmessige og som derfor ble bevart kan ses som bakgrunnen for teorier for utviklingen av matematiske beregninger av abstraherte strukturer, som flere hundreår senere gradvis ble utviklet til faget statikk, likevektslære.

Summary

This paper is a contribution in archaeology of building for design of wooden churches in Norway in the Middle Ages. The varied design of the known wooden churches is commonly recognized, yet the reasons for this eclecticism have received little study in scholarly literature in the last century. The dearth of written reflections on design heightens the importance of the buildings themselves as primary source «documents». Is it possible to reconstruct the original process from idea to form, although it is not forwarded in writing? It has been assumed that craftsmen forwarded an extensive but unsystematic practice. This knowledge consisted of practical methods and concrete rules for planning, design and assembling, rules which led the builder from idea to completed building.

In this paper the background for different rules for practice are discussed. The rules were transferred orally through craftsmen. These rules were parts of a sub-theory, the condition for the development of statics and different theories of architecture.

Takk til Leif Anker og Jan Brendalsmo og en anonym referee for kommentarer til utkast til manus.

Litteratur

- Anker, L. og J. Havran 2005: *De norske stavkirkene*. Oslo.
- Barnes, C. F, jr. 2009: *The Portfolio of Villard de Honnecourt. A New Critical Edition and Color*. Facsimile. Ashgate, Surrey.
- Beaujouan, M. G. 1957: *L'interdépendance entre la science scolastique et les techniques utilitaires (XIIe, XIIIe et XIVe siècles)*. Paris.
- Biggam, C. P. 2002: Grund to Hrof: Aspects of the Old English Semantics of Building and Architecture. *Architectural History* 45, pp. 49-65.
- Binding, G. 2002: *Planen und Bauen im frühen und hohen Mittelalter*. Darmstadt.
- Bloch, M. 1965: *Feudal Society*, I-II. London.
- Brendalsmo, J. 2006: *Kirkebygg og kirkebyggere. Byggherrer i Trøndelag ca. 1000-1600*. Oslo.
- Choquer, G. og F. Favory 1992: *Les arpenteurs romain. Théorie et pratique*. Paris.
- Christie, H. 2009: *Urnes Stavkirke. Den nåværende kirken på Urnes*. Oslo.
- Conrad, D. 1990: *Kirchenbau im Mittelalter. Bauplanung und Bauausführung*. Leipzig.
- Coyne, R. og A. Snodgrass 1991: Is designing mysterious? Challenging the dual knowledge crisis. *Design Studies* 12, no. 3, pp. 124-131.
- Dietrichson, L. 1892: *De norske stavkirker*. Kristiania og Kjøbenhavn.
- Doppelfeld, O. og W. Weyers 1971: Die Ausgrabung im Dom zu Köln. *Kölner Domblatt* 33/34: 79-108.
- Épaul, F. 2008: *De la charpente Romane à la charpente Gothique en Normandie; évolution des techniques et des structures de charpenterie aux XIIe-XIIIe siècles*. Caen.
- Evans, G. R. 1976/77: The «Sub-Euclidean» Geometry of the Earlier Middle Ages, up to the Mid twelfth Century. *Archive for History of Exact Sciences* 16, pp. 105-118.
- Falk, E. (red.) 2007: *Festskrift: Jon Bojer Godal 70 år: Norsk handverksutvikling – NHU 20 år: Maihaugens Årbok*. Lillehammer.
- Fernie, E. 1976: The ground plan of Norwich Cathedral and the square root of two. *Journal of the British Archaeological Association* 129, pp. 77-86.
- Frankl, P. 1960: *The Gothic. Literary sources and Interpretations through Eight Centuries*. Princeton, New Jersey.
- Godal, J. B. 2007: Hjelper omgrepet handlingsboren kunnskap oss til framtid for handverket? E. Falk (red.). *Festskrift: Jon Bojer Godal 70 år: Norsk handverksutvikling – NHU 20 år*, pp. 11-24.
- Godal, J. B., S. Moldal, T. Oalann og E. Sandbakken 2009: *Beresystem i eldre norske hus*. Trondheim.
- Hope-Taylor, B. 1977: *Yeavinger*. London.
- Høgseth, H. B. 2007: «Håndverkerens redskapskasse». *En undersøkelse av kunnskapsutøvelse i lys av arkeologisk bygningstømmer fra 1000-tallet*. Doktorgradsavhandling 2007: 246, NTNU. Trondheim.
- Jensenius, J. H. 1988: Lomen stavkirke, en matematisk analyse. *Riksantikvarens skrifter* 5. Oslo.
- Jensenius, J. H. 2001: *Trekirkene før stavkirkene. En undersøkelse av planlegging og design av kirker før ca. år 1100*. ConText 6, Arkitektøgskolen i Oslo. Oslo.
- Johnson, P.-A. 1994: *Theory of Architecture*. New York.
- Kidson, P. 1981: Review of Francois Bucher, Architector: The Lodge Books and Sketchbooks of Medieval Architects. New York: Abaris, 1979. *Journal of The Society of Architectural Historians* 40, pp. 329-333. Philadelphia.
- Krautheimer, R. 1942: Introduction to an «Iconography of Medieval Architecture». *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* V, pp. 1-33.
- Krinsky, C. H. 1967: Seventy-eight Vitruvian manuscripts. *Journal of the Warburg and Courtauld Institute* XXX, pp. 36-70.
- Kruft, H.-W. 1994: *A History of Architectural Theory from Vitruvius to the Present*. Princeton, New Jersey.
- Lending, M. 2005: *Omkring 1900. Utkast til en norsk arkitekturhistorisk topikk*. ConText 19, Arkitektøgskolen i Oslo. Oslo.
- LexMA. *Lexikon des Mittelalters*, I-IX, 1971-99. München – Zürich.
- Linstow, H. D. F. 1829: *Udkast til Kirkebygninger paa Landet i Norge: til Veiledning for de Kirke-Eiere som uden Architects Hjelp ville opføre Kirker hensigtsmæssigen og med Oeconomie*. Christiania.

- Long, P. O. 2004: *Openness, Secrecy, Authorship*. Baltimore – London.
- Martinussen, A. O. 2007: *Norsk handverksutvikling si stipendiatorning i tradisjonelle handverk. Prøveordning for høgare utdanning av handverkarar 1995-2006*. Eivind Falk (red.). *Festskrift: Jon Bojer Godal 70 år: Norsk handverksutvikling – NHU 20 år*; pp. 53 – 66. *Maihaugens Årbok*. Lillehammer.
- McCade, J. 1990: Problem Solving: Much More Than Just Design. *Journal of Technology Education* 2, no.1, pp. 28-42.
- McNicol, J. 1997: Plasseringen av de første kirkene i Norge i forhold til de hedenske Kultstedene. En historisk studie omfattende tiden etter 1830. *KULTs skriftserie*, nr. 98. Oslo.
- Mortet, V. 1907: Un formulaire du VIIIe siècle pour les fondations d'édifices et de ponts. *Bulletin Monumental* 71, pp. 3-35.
- Mortet, V. 1911-1919: *Recueil de textes relatifs à l'histoire de la 'architecture et la condition de architectes en France au Moyen Âge, XIe-XIIe siècles*, vol. I-II, Paris.
- Naredi-Rainer, P. v. 1984: *Architektur und Harmonie. Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst*. 2. Auflage. Köln.
- Panofsky, E. (1944) 1979: *Abbot Suger On The Abbey Church of St.-Denis And Its Art Treasures*, Princeton, New Jersey.
- Phillips, D. 1985: *Excavations at York Minster*, vol. I-II. London.
- Salvesen, A. 1971: *Gammelnorsk homiliebok*. Oslo.
- Shelby, L. R. 1972: The Geometrical Knowledge of Medieval Master Masons. *Speculum* 47, pp. 395-421.
- Shelby, L. R. 1977: *Gothic Design Techniques*. London – Amsterdam.
- Sindbæk, S. M. 2007: The Small World of the Vikings: Networks in Early Medieval Communication and Exchange. *Norwegian Archaeological Review* 40, no. 1, pp. 59-74.
- Sinding-Larsen, S. 1994: *Arkitekturteori og bygningsanalyse*. Trondheim.
- Snodgrass, A. og R. Coyne 1997: Is Designing Hermeneutical? *Architectural Theory Review*, 1, pp. 65-97.
- Ullman, B. 1964: *Geometry in the Medieval Quadrivium, Studi di bibliografia e di storia in onore di Tammaro de Marinis IV*, pp. 263-285.
- Van Engen, J. H. 2002: The Future of Medieval Church History. *Church History* 71, pp. 492-522.
- Victor, S. K. (tr. and com.) 1979: *Practical Geometry in the High Middle Ages. Artis Cuiuslibet Consummatio and the Praktike de geometrie*, Philadelphia: The American Philosophical Society 134.
- Wittkower, R. 1967: *Architectural principles in the age of humanism*. London.
- Zaitsev, E. A. 1999: The Meaning of Early Medieval Geometry. From Euclid and Surveyors' Manuals to Christian Philosophy. *Isis* 90, pp. 522- 553.