

# Planleggingen av en stolpekirke

## En analyse av mål og målforhold i Bø I

Av Jørgen H. Jensenius

I Norge er det ved gravning under stående kirker funnet spor av en eldre bygningstype, i form av negative avtrykk, stolpehull, i bakken. Bortsett fra hva hullene og deres innbyrdes plassering kan fortelle, vet vi lite om disse eldre kirkebygningene. I det følgende vil jeg drøfte mål som kan trekkes ut av planen for stolpekirken i Bø i Telemark. Denne ble avdekket under de arkeologiske undersøkelsene i 1985. Lederen for gravningen, Dagfinn Skre, har velvilligst stilt dokumentasjonen fra undersøkelsen til disposisjon for denne artikkelen.

### *Den stående kirken*

Kirken slik den står i dag er en enskipet stenkirke, med rektangulært skip og kor og en tilnærmet halvsylindrisk apsis. Byggingen av kirken er antagelig påbegynt midt på 1100-tallet. Ved undersøkelsen ble tregulvet med planker og bjelkelag tatt opp og alle kulturlag registrert og fjernet. Under kulturlagene fra den stående kirken kom det frem rester av til sammen seks stolpegroper med stolpehull, fire i skipet og to i koret slik tegning 1 viser (Skre 1986, s. 11). Ut fra stratigrafi, plassering og forhold til graver synes det klart at stolpehullene har rommet veggbærende hjørnestolper for en trekirke som har stått her forut for den nåværende stenkirken. Den stående kirken ligger nokså nær symmetrisk om midtaksen for trekirken. Tegning 2 viser en mulig form på trekirken antydnet ved stiplede linjer mel-

lom de antatte sentra i de seks stolpehullene. Indre murflukt i stenkirkens koråpning faller omtrent sammen med de antatte senterlinjer i trekirkens kors nord- og sørvegger. Bredden på koråpningen er ca. 272 cm.

På tegning 2 er også markert avgrensningene av fundamentet for stenkirkens første byggetrinn. Rundt hele denne bygningsdelen er fundamentet bredere enn veggene, untatt i koråpningen. Siden fundamentet for vestveggen i stenskipets kor ikke er gjennomgående, hviler indre murliv i koråpningen rett på bakken. Steiner i fundamentet er lagt slik at de tegner omkretsen av stolpene i de fire østligste hullene. Fundamentene er altså lagt mens stolpene, og derfor trekirken, enda sto.

### *Fundamenteringen for korets vestvegg*

Tegning 3 viser fundamentplanen for første byggetrinn. Grøften er gravet ned i stolpegropene, tett inntil stolpehullene, G, H, M, N, trolig så nær inntil muren under svillene i trekirkens vegger som mulig. Ved L og K er grøften avrundet, kan hende for å unngå fremstikkende sten fra svillmuren. Siden fundamentet på denne måten er gravet inntil trekirkens kor, ser det ut til at det var viktigere å bevare dette stående enn å sikre stenkorets vestvegg mot svekket stabilitet. Det kan også vise at byggeprosessen ble forutsatt å ta lenger tid enn det var ønskelig å avbryte den kontinuerlige bruk av trekirken.

### *Byggingen av stenkirkenes kor*

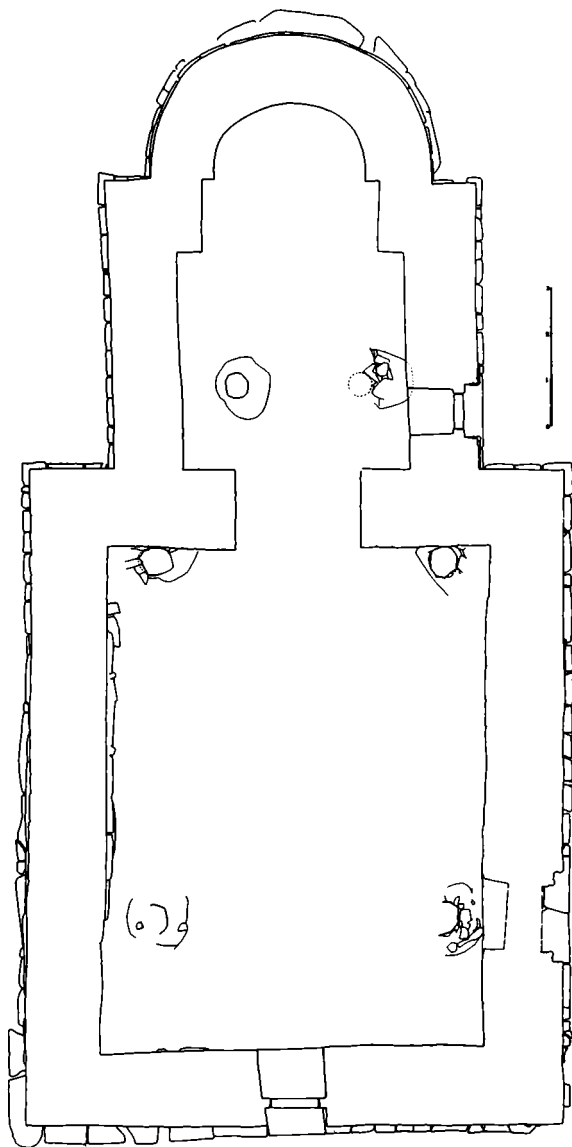
Byggingen av stenkirken er tydelig gått i to etapper. Først er koret bygget og de tilstøtende deler av skipets langmurer. Fundamentet for stenkirkenes første etappe er gravet til ca. 2 m vest for treskipets østre stolpehull. Dette fordi man trengte å avtrappe muren ved dens avslutning. Avtrappingen kan i dag ses i murens ytter-sider i nord og sør (Skre 1986, s. 16).

Etter fundamenteringen kan byggingen av stenkirkenes apsis og kor ha blitt fullført og taket lagt på uten at trekirken har hindret dette arbeidet. For å kunne slå korbuen og fortsette muren over den i høyden måtte trekirkens kor rives, om det ikke var gjort før. Samtidig kunne et nytt alter innvies i stenkirkenes apsis. Riving av trekirkens alter og korvegger og innvielse av nytt alter kunne på denne måten gjøres uten avbrekk i bruken av kirken. Dette kan ha skjedd en gang i andre halvdel av 1100-talet, etter en samlet vurdering av flere dateringsmetoder, 14C, mynter og dendrokronologi (Skre 1986, s. 17).

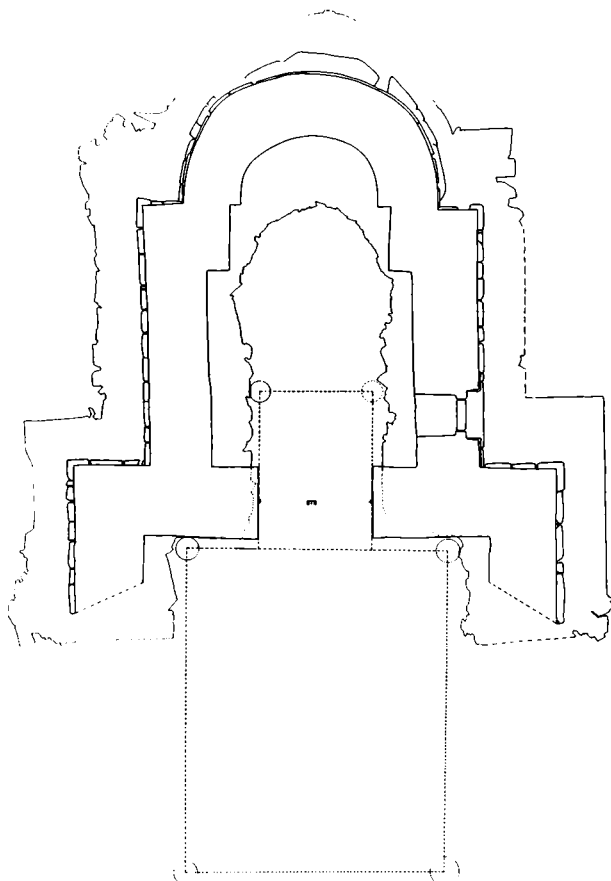
### *Stolpkirken*

Trekirken er bygget på en planert flate. Terrenget er trolig senket i sør og fylt opp i øst og nordvest. Diametrene på de gravete hullene, stolpegropene, var mellom 140 og 150 cm, der de lot seg måle. Markoverflaten ved gravingen av gropene er ikke bevart, men det er mulig de har vært minst 80-100 cm dype. Flere av stolpene er plassert ute av sentrum i gropene. Høyden på bunnen av stolpehullene varierer, den er minst 5 cm mellom de to stolpene i koret og opp til 17 cm i skipet.

Etter at stolpene var plassert, har man lagt skningssten rundt dem og fylt opp gropen med oppgravet masse. Stolpenes diametre lar seg måle i det negative avtrykket; fem av hullene hadde en diameter på fra 52-64 cm (Skre 1985, s. 56).

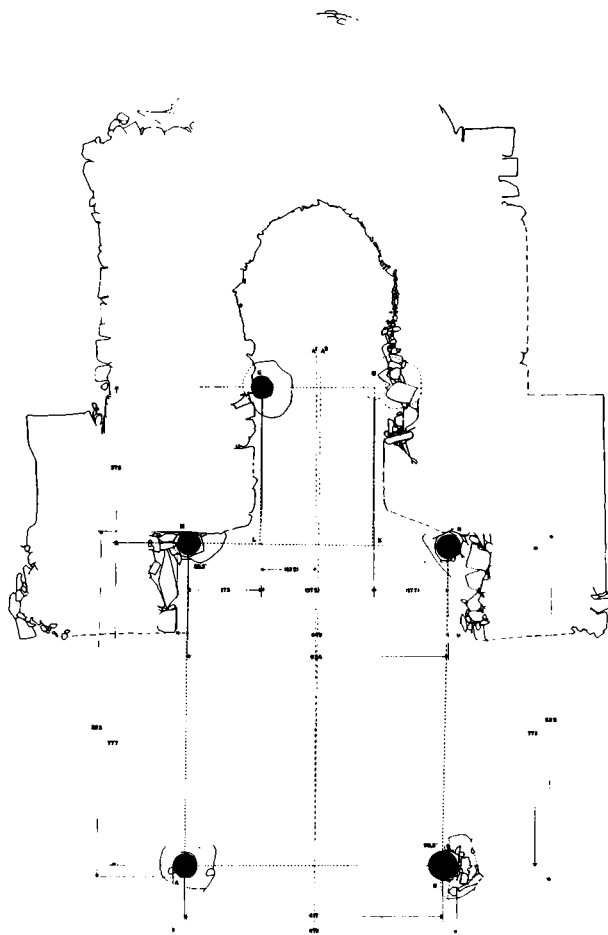


Tegning 1. Plan av stenkirken med stolpehull inntegnet. Jensenius, etter Skre 1985.



Tegning 2. Plan av stenkirkenes første byggetrinn. Jensenius, etter Skre 1985.

Senest da stenkirkenes skip var ferdig, må trekirkenes skip ha blitt revet. Da er stolpene muligens trukket opp av sine hull, som ved dette fyltes av masse som inneholdt kalkmørtel. Senere er bakken igjen planert, slik at kulturlagene fra trekirken er blitt fjernet.



Tegning 3. Fundamentet for stenkirkenes første byggetrinn med stolpehullene og mål. Jensenius, etter Skre 1985.

### Stolpehullene

Fem av stolpehullene var så godt bevart at det lot seg gjøre å bestemme stolpenes diameter. Korets sørøstre stolpegrop var delvis ødelagt ved gravingen av fundamentet for stenkirken og et senere gravkammer.

Grunnlaget for bestemmelsen av hullets avgrensninger er spor i bakken i gropens nedre del og stener i fundamentet som har ligget inntil stolpen (Skre 1985, s. 63). Tegning 3 viser de antatte avgrensninger av stolpehullene og stolpegropene. I dette ligger det flere mulige feilkilder. Hullene er ikke regulære sirkler, veggene i hullene kan være forskjøvet og trykket skjeve, kantene er ikke i lodd og alle omkretsene er ikke ubrutte. Usikkerheten ved måling av diametrene vil i det følgende bli satt til  $\pm 2$  cm.

Trekker vi linjer mellom sentrene i sirklene, slik som på tegning 3, ser vi at vinklene BAM og MNB er tilnærmet rette, mens de to andre vinklene mellom veggene i skipet har mindre avvik. Øst- og nordsidene er lengre enn vest- og sørsidene. Derimot viser det seg at om vi måler mellom de punkter der sirklens ytre tangenter krysses, ser vi at to og to sider parvis er like lange. Da blir skipets øst- og vestvegger 679 cm og nord- og sørveggene 832 cm, som vist på tegningen. Dette kunne være en indikasjon på at svillene f.eks. har vært bladert inn i stolpenes yttersider, slik at svillenes yttersider har ligget tangentialt med stolpene. Imidlertid kan denne regelmessigheten også skrive seg fra justeringen av veggene ved reisningen, hvor man nettopp må måle tangentialt, dersom svillene er tappet inn i hjørnestolpene. Fordi den sørvestre hjørnestolpen har en noe større diameter enn de andre, kan dette ha vært utslagsgivende for avviket.

### *Stolpene i stolpegropene*

En annen feilkilde er stolpenes plassering i stolpegropene. Her vil nøyaktigheten bestemmes av svillenes utmåling, tilkapping og sammenføyningen i hjørnene før monteringen. Hvis vi kan tilbakeslutte fra de stående stavkirkene, er det minst tre måter å føye sammen svillene i stavenes/stolpenes nedre del. Svillene kan

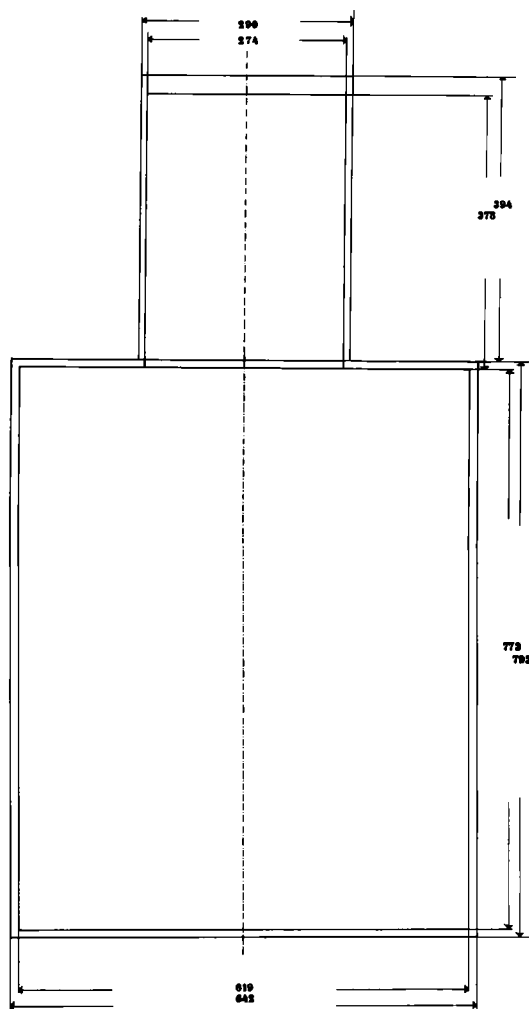
møtes skråskåret, de kan være felt over hverandre på halv ved, eller den ene kan butte mot den andre, rettavkuttet i enden. Uansett hvordan dette kan ha vært løst inne i stolpen, kan de ha vært holdt på plass med gjennomgående nagler i stolpe og svill. For å få dette nøyaktig må sviller og stolper være tilpasset på forhånd for hvert hjørne, mens materialene enda lå på bakken. Da kan man ha boret ut et hull gjennom stolpe og svill samtidig. Etter reisning og avbinding av den første vegg vil den andre måtte tilpasses ved å justere stolpen i sin stolpegrop inntil det lot seg gjøre å feste trenaglene gjennom de ferdig utborete hullene i stolpe og svill. På denne måten ville den monterte konstruksjonen få den ønskede nøyaktigheten, såfremt svillene i utgangspunktet var gjort like lange. Allikevel vil det i det følgende bli regnet med en feilkilde i utmåling, kapping og montering lik  $\pm 4$  cm.

Vi vet ikke om svillene har hatt kvadratisk, rektangulært eller trapesformet tverrsnitt. Kan vi igjen tilbakeslutte fra hjørneløsningene for sviller i skip og midtrom i de stående stavkirker, er de to siste formene de mest sansynlige. Uansett vil antagelig svillene være felt inn i stolpene sentrisk. Vi må derfor legge til halvparten av hver svillbredde i hver ende av veggene, om vi skal finne svillenes ytterkanter. Tenker vi oss at svillen har hatt en bredde på 8-12 cm, legges denne bredden til hver vegg lengde.

### *Feilkilder, sammendrag*

Ut fra dette kan vi lage en formel for de variable størrelser på de lengdene vi søker:

Vegg lengden = avstanden mellom stolpenes sentra + halvparten av begge svillers bredde + avvik ved tillagning og plassering + vår målefeil. Anvendt på bygningen kan vi sette opp disse mulighetene, med alle mål i cm.



Skipet:

$$AB = 617 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 619 < AB < 635$$

$$MN = 624 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 626 < MN < 642$$

$$BN = 771 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 773 < BN < 789$$

$$AM = 777 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 779 < AM < 795$$

Koret:

$$LK = 272 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 274 < LK < 290$$

$$LG = 376 + 2(4/6) \pm 4 \pm 2 \quad 378 < LG < 394$$

Tegning 4 uttrykker dette grafisk. Siden feilene ikke kan forutsettes konsekvente, kan vi ikke nærme oss de ideelle tall ved å ta middeltallet for to og to sider. Vi kan heller ikke utelukke at feilene er samlet på ett sted, men dette går ikke frem av tegningen. Den uttrykker bare størrelsen på feilen, ikke dens mulige plassering. Her er dessuten valgt å la begge skipets ender oppta feilene. Ved dette blir korets feilmarginer forrykket.

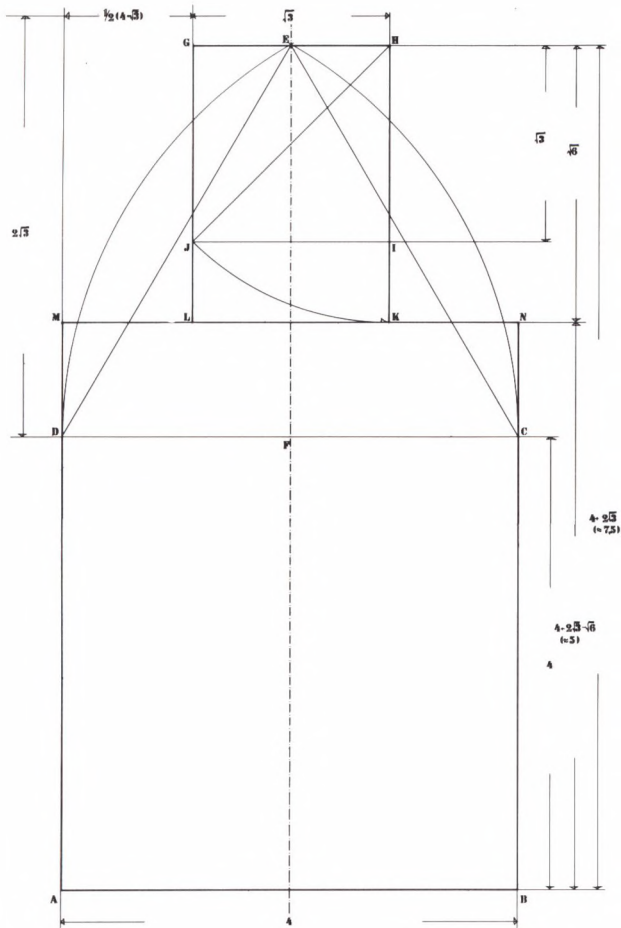
### *Mulige planleggingsmåter*

Det er flere måter målene kan være fremkommet på:

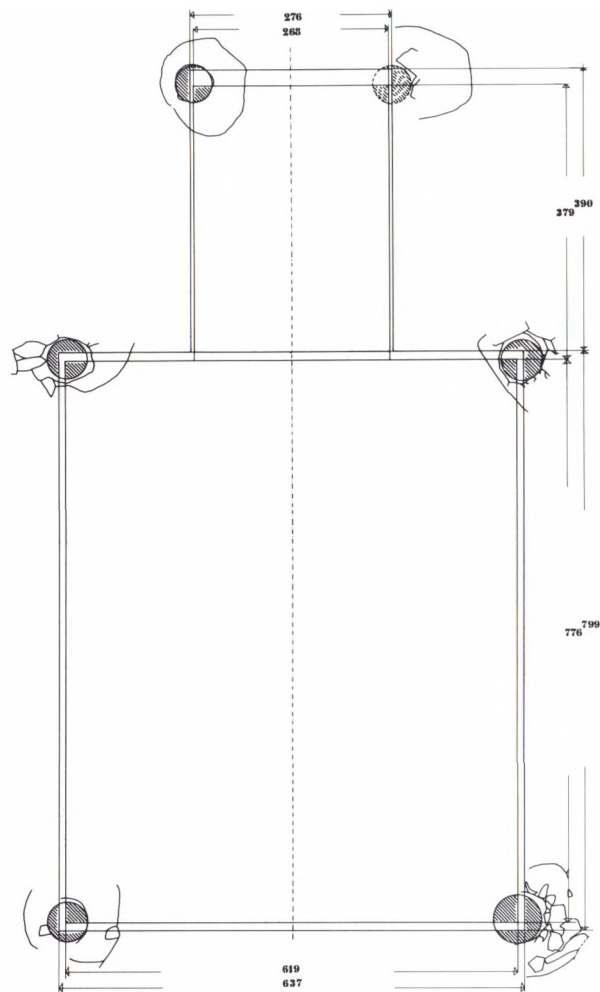
1. Lengdene på skipets vegger står i forhold til hverandre, og lengdene på korets vegger står i forhold til hverandre, men forholdene i skip og kor er ikke relatert til hverandre.
2. Som 1) , men her er forholdene i skip og kor relatert til hverandre.
3. Lengder på sider i skipet står i forhold til lengder på sider i koret.
4. Summen av lengder i kor og skip står i et forhold til sider i kor og/eller skip.

Bli alternativene kombinert med de mulige lengdene vil det bli et stort antall muligheter å behandle. Jeg vil imidlertid gå ut fra at det i utgangspunktet er valgt få

Tegning 4. Grafisk fremstilling av avgrensningene av svillenes yttersider. Jensenius 1987.



Tegning 5. Den mulige geometriske figur bak planleggingen av stolpekirken. Jensenius 1987.



Tegning 6. Konkluderende grafisk sammendrag av svillenes begrensninger med plan av stolpehullene i Bø I. Jensenius 1987.

og enkle tall og forhold, enkle geometriske figurer og tidsbesparende kombinasjoner. Dette vil utelukke mange av alternativene.

### *Forhold mellom lengder i koret og skipet*

Korets bredde er usikker, men her er forsøksvis satt opp forholdet mellom korets bredde og lengde,  $1:K_{bl}$ ,  
 $290 : 378 = 1 : 1,303$  og  $274 : 394 = 1 : 1,438$   
hvor  $1,303 < K_{bl} < 1,438$

Forholdet mellom skipets bredde og lengde,  $1:S_{bl}$ , kan skrives:

$642 : 773 = 1 : 1,204$  og  $619 : 795 = 1 : 1,284$   
hvor  $1,204 < S_{bl} < 1,284$

Forholdet mellom skipets og korets bredder,  $1:B_{sk}$ , kan skrives:

$290 : 619 = 1 : 2,135$  og  $274 : 642 = 1 : 2,343$   
hvor  $2,135 < B_{sk} < 2,343$

Forholdet mellom skipets og korets lengder,  $1:L_{sk}$ , kan skrives:

$394 : 773 = 1 : 1,962$  og  $378 : 795 = 1 : 2,103$   
hvor  $1,962 < L_{sk} < 2,103$

Forholdet mellom skipets bredde og summen av korets og skipets lengder,  $1:B_s(L_{s+k})$ , kan skrives:

$642 : (378+773) = 1 : 1,793$  og  $619 : (394+795) = 1 : 1,921$   
hvor  $1,793 < B_s(L_{s+k}) < 1,921$ .

Fordi våre feilkilder ikke kan forutsettes å være konsekvente, kan vi ikke regne ut middeltall. Vi får derfor vide rammer og flere mulige forhold. De enkleste forholdene i koret er  $1 : 1,333$  som kan skrives  $3 : 4$ . Det er også  $1 : 1,414$ , eller  $1:\sqrt{2}$ , som er forholdet mellom siden og diagonalen i et kvadrat. Forholdet mellom sidene i skipet kan uttrykkes  $1 : 1,250$ , som kan skrives  $4:5$ . Et mulig forhold mellom skipets og korets bredder er  $1 : 2,309$ , som kan skrives  $\sqrt{3}:4$ . Forholdet mellom

skipets og korets lengder kan enklest skrives  $1:2$ . Forholdet mellom skipets bredde og summen av skipets og korets lengder kan være  $1:1,857$ , som kan skrives  $7:13$ .

### *En mulig geometrisk løsning*

Av de eksisterende muligheter velger jeg en som både har i seg de elementære geometriske figurene, som har sitt utgangspunkt i en av sidene i konstruksjonen og som med færrest mulig trinn forklarer alle lengder.

Figuren er fremstilt ideelt på figur 5. Utgangspunktet er et kvadrat ABCD med sider lik forholdstallet 4 (bredden på skipet). Fra C og D slås sirkelbuer med radius lik siden i kvadratet. Der disse buene skjærer forlengelsen av kvadratets midtakse i E er toppunktet i en likesidet trekant CDE. Halvparten av trekantens høyde FE er lik siden i et nytt og mindre kvadrat GHIJ. Diagonalen i dette kvadratet, HJ, slås om H og skjærer forlengelsen av siden HI i K. Linjen KL til M og N danner den ene kortsiden i rektanglet ABNM.

Denne geometriske figuren faller i sin helhet innenfor grensene for svillenes ytersider, slik de er uttrykt grafisk på tegning 6, om man velger basislinjen, skipets bredde, mellom de angitte grenseverdier.

### *Konklusjon*

Ved en undersøkelse i Lomen stavkirke (Jensenius, 1988) ble det vist at selv der materialene er bevart i full stand og på sin opprinnelige plass, er det variasjoner i lengdene som skaper usikkerhet om hva som er de tenkte mål. Bare ved å vurdere forholdet mellom sider er det mulig å sansynliggjøre de planlagte lengdene. Desto vanskeligere vil det være når veggelementene mangler og det bare er negative avtrykk etter stolper bevart. Allikevel er det i det foregående vist at det kan la seg gjøre å komme frem til øvre og nedre grenseverdier for lengdene. Utfra antagelser om byggeteknikk,

bruk av enkle forhold og elementære geometriske former er det deretter stilt opp en mulig konstruksjon som synes å tilfredsstillende de oppstilte forutsetninger.

Etter at basislinjen er satt ut er det bare anvendt to kvadrater og en likesidet trekant. Siden analysen forutsatte feilkilder, og konklusjonen var et svar innenfor visse grenseverdier, var det ikke mulig å påvise den geometriske figurs absolutte mål. Det er derfor heller ikke mulig å si noe mer bestemt om basismålet eller

hvor mange enheter av en viss lengde som eventuelt kan ha vært anvendt.

#### **Litteratur**

- Skre, Dagfinn: Innberetning fra Riksantikvarens bygnings-arknologiske undersøkelser i Bø gamle kirke. Riksantikvarens arkiv 1985.
- Skre, Dagfinn: Den bygningsarkeologiske undersøkelsen. »Telemark historie«. Kragerø 1986, s. 9-23.
- Jensenius, Jørgen H.: Lomen stavkirke. En matematisk analyse. Riksantikvarens skrifter, Oslo 1988.