

Fuktproblematik i Vadstena klosterkyrka

Projektrapport Linköpings stift 2013-12-02

KAE-finansierat stiftsprojekt, KAE 2012

PHS Projekt-ID: 34 679

Projektorganisation

Projektledning & dokumentation: Per Rydberg (Arkitektkontor à la Rydberg AB), Krister Berggren

(Krister Berggren Byggkonsult AB)

Underkonsulter: enligt innehållsförteckning

Antikvarisk medverkan: Anita Löfgren Ek (Östergötlands museum)

Beställare: Gunnar Nordanskog (Linköpings stift)

Innehåll

Sida

Projektsammanfattning

Sammanfattning och ekonomisk sammanställning *Gunnar Nordanskog* 3

Sammanställningar

Vadstena klosterkyrka, något om byggnads- och reparationsinsatser *Per Rydberg* 7
Planritning med kontreforbenämningar 11
Seminarium 2013-08-20: Minnesanteckningar och presentationer
Krister Berggren & Per Rydberg 13
Jämförelse av kontrefor N4 och åtgärdad kontrefor N5 *Krister Berggren* 55
Frost som tänkbar skadeorsak *Göran Fagerlund* 69

Undersökningar

Sprickmätning på kontrefor S1 *Per Rydberg* 75
Sprickor och utslag med metalldetektor *Per Rydberg* 77
Provtagningshål i kontrefor N4 och N5 *Per Rydberg* 79
Fuktvärden i material från kontrefor N4 och N5 *Krister Berggren* 81
Geoteknisk undersökning *Johan Hylander* 83

Äldre dokumentation

Fuktmätning 1994 *Kenneth Sandin* 114
Förfrågningsunderlag borrhål 1993 *Per Rydberg* 118
Minnesanteckningar från möte med Kenneth Sandin *Per Rydberg* 120
Förslag till förundersökning och projektering 1992 *Ove Hidemark* 122
Analys av salt 1992 *Analytica AB* 127
Fuktmätning inne och ute 1992 *B E Byggkonsult* 128
Minnesanteckningar från möten 1992 *Per Rydberg* 130
Kommentar om Sandins rapport från 1974 *Krister Berggren* 148
Uttorkning av utvändiga pelare 1993 *Ole Fabricius* 150
Bruksanalys 1977
Markundersökning 1974

Ej bilagda rapporter

Sandin, Kenneth 1974: *Fukt- och temperaturundersökning i Vadstena klosterkyrka*. Rapport nr 50 LTH 1974
Ahrbom, Nils 1975: *Förslag till restaurering av Vadstena klosterkyrka*. Stockholm.

Projektsammanfattning

Gunnar Nordanskog

Resultat

De viktigaste slutsatserna finns sammanställda i minnesanteckningarna från seminariet 2013-08-20 (se detta), men sammanfattas här punktvis:

- 1) De sedan 1994 verksamma ventilationskanalerna med värmeslingor har inte haft någon nämnvärd effekt på fuktillståndet, inte ens där kapillärbrutna fogar har använts.
- 2) Smala fogar är en viktig orsak till sprickbildningen, eftersom de har små möjligheter att ta upp rörelser i murverket. De delar som reparerats med ny sten under 1800-talet har större skador än äldre murverk, eftersom den nya stenen sågade eller hyvlade ytor ger mindre fogar än de äldre kvadrarnas tuktade eller huggna ytor.
- 3) Frost- och temperaturrelser som delorsaker till sprickbildning i skalmurarna har inte säkert kunnat påvisas, men kan inte helt uteslutas och bör därför utredas vidare.
- 4) Cementfogar, kapillärsugning av grundvatten, spjälkning av laster, tjällyftning eller rostande järnkramlor anses *inte* vara avgörande för skadebilden.
- 5) Vid åtgärder på skadade kontreforer bör längderna på ersättningsstenar begränsas och fogarna göras tjockare än tidigare, dessutom kapillärbrutna och dränerade. Blyavtäckningar måste kontrolleras och murkärnor dokumenteras i samband med byte av skalsten.
- 6) Sprickmätningarna bör utökas och dessutom bör temperaturen registreras i någon av kontreforerna.

Bakgrund och syfte

Vadstena klosterkyrka är uppförd med murar av sten och valv av tegel. Taket är numera belagt med skiffer, vilket tillsammans med valven trycker ut de höga väggarna. Väggarna stabiliseras av kraftiga kontreforer. Väggar och kontreforer har skal av Borghamnskalksten. Kärnan består till större delen av natursten och bruk, men det finns inslag av tegel i kärnan. Kyrkan har sedan länge problem med sprickor i vissa av kontreforeernas skal. Sprickorna är i huvudsak vertikala och finns både på kontreforeernas sidor och i framkant. Man kan på många ställen se att skalerna är utskjutna vid sprickorna, vilket kan tyda på att kärnan tryckt ut och spräckt skalerna. Detta tillsammans med att det på många ställen rinner vatten ur fogarna efter regn, har lett till hypotesen att sprickorna orsakas av att kärnan fryser sönder och trycker ut skalet. Ett av projektets syften är att utreda om denna hypotes är korrekt.

Undersökningar och fuktkvotmätningar i kontreforerna har genomförts med ojämna mellanrum sedan 1994. Detta år genomfördes ett försök att torka ut murkärnan genom att borra två vertikala ventilationshål genom kontrefor N5 för att ventilera ut fukten. I dessa kanaler installerades värmekabel för att öka ventilationsluftens fuktupptagningsförmåga. På övre delen av kontreforen gjordes nya fogar med en kapillärbrytande luftspalt innanför det synliga fogbruket. Fogen försågs med hål mot uteluften för tryckutjämning, ventilation och dränering. Ett annat av projektets syften är att utvärdera resultatet av dessa åtgärder.

Metod

Provtagning och fuktmätning i murverk (ur Krister Berggrens rapport 2012-12-29)

Den åtgärdade kontreforen (N5) har jämförts med kontreforen närmast till öster (N4). Ställning byggdes runt båda kontreforerna och försågs med väderskydd. Samma provtagningar utfördes parallellt på båda med ett undantag. Beklädnadssten togs bort på kontreforernas öst- och västsida högt upp i skift 50 över sockel. En beklädnadssten togs bort på en mellannivå i skift 20-23 på båda sidor av båda kontreforerna. På enbart kontrefor N5 togs en beklädnadssten bort i skift 1 på östra sidan. Provtagning utfördes på kärnan på ett par olika djup vid varje borttagen skalsten. Vid varje provtagningsställe togs prov av sten, bruk och tegel. Uttagna prover inspekterades med avseende på synliga frostsador. Aktuell fuktkvot och mätnadsfuktkvot mättes med gravimetrisk metod (noggrann vägning). Kapillära mätnadsgraden i procent beräknades som aktuell fuktkvot dividerat med mätnadsfuktkvot gånger 100. Resultaten analyserades för att se om någon effekt av de tidigare vidtagna åtgärderna kan påvisas. Skadorna lagades och ny sten monterades i skalet. Kröntäckningarna inspekterades och åtgärdades.

Under större delen av entreprenadtiden mättes uttorkningen genom att mäta luftflödet i kanalen och fukttinnehåll vid inlopp och utlopp till en av de vertikala kanalerna med datalogger.

Kontreforerna undersöktes med metalldetektor för att se om det fanns något samband mellan metallförekomst och sprickor. Även från marken åtkomliga delar av andra kontreforer undersöktes. Kontreforerna märktes med kryss där metalldetektorn indikerade metallförekomst.

En utskjuten sten på sydsidan av kontrefor O2, där vi misstänkte att den kan ha skjutits ut av rostande järn, demonterades. En beklädnadssten i skift 3 på västra sidan av kontrefor S1, där metalldetektorn indikerat metall i anslutning till en spricka, togs bort.

Undersökningens huvudsyfte var att klarlägga:

- a) om de tidigare genomförda uttorkningsåtgärderna på kontrefor N5 har haft någon effekt,
- b) om kontreforeernas fukthalt är tillräckligt hög för att orsaka frysskador på beklädnadsstenen,
- c) om rostande järnkramlor kan ha orsakat sprickbildningen.

Geoteknisk undersökning

Marken undersöktes med sondering och provgrop ned till grundläggningsnivån vid av den mest skadade kontreforen S1, för att utreda orsaken till sättningar.

Sprickmätningar

Manuella mätningar av en spricka på kontrefor S1 har gjorts sedan 1993 och korrelerades inom detta projekt med järnkramlor inne i murverket, lokaliserade med metalldetektor.

Statiska beräkningar

Utfördes för att utröna om tak- och valvtyngheden är orsak till sprickbildningen i kontreforeerna.

Förmedling

Projektet redovisas genom denna rapport, vari ingår en sammanställning av dokumentation och resultat. Projektresultaten presenterades också vid ett seminarium i Vadstena 2013-08-20, med deltagare från församlingen, kulturmiljövården och inbjudna fackexperter, sammanlagt 14 personer.

Avvikelse från ursprunglig projektbeskrivning

I den ursprungliga projektplanen ingick laboratorieförsök med kapillärbrytande fog som skulle genomföras vid Lunds Tekniska Högskola. Efter inledande diskussioner avbröts samarbetet, då metoden inte ansågs ha relevans för fallet Vadstena klosterkyrka. Istället skulle möjliga orsaker till vatteninträngningen analyseras och åtgärdsförslag formuleras därefter. Projektplanen reviderades 2012-09-24 och insändes per e-post till kyrkokansliet.

Ekonomisk redovisning

Projektbudget:	1 400 000 kr
Kostnadsutfall:	802 801 kr

<u>Moment</u>	<u>Budget</u>	<u>Utfall</u>
Stenarbeten & ställning N4 & N5	237 500 kr	240 219 kr
Plåt N4 & N5	50 000 kr	19 562 kr
Mätningar N4 & N5	125 000 kr	124 305 kr
Stenarbeten & ställning S1	1 340 000 kr	- kr
Provgrop S1	112 500 kr	54 386 kr
Planering, styrning, byggledning	100 000 kr	141 664 kr
Rapport 2012	50 000 kr	63 450 kr
Rapport 2013	50 000 kr	55 313 kr
Seminarium	187 500 kr	103 902 kr
	2 252 500 kr	802 801 kr

Kommentar: Stenarbeten kontrefor S1 genomfördes ej inom projektet eftersom det föll utanför budgetramen, utan planeras som eget projekt av Vadstena kyrkliga samfällighet, med ansökan om KAE 2015.

<u>Stiftets arbetstid (ingår ej i revisorsintyg)</u>	timmar	å pris	summa
Projektstyrning	8	480	3 840 kr
Projektadministration	12	480	5 760 kr
Rapportframställning			1 000 kr
revisorsintyg			4 000 kr
SUMMA			14 600 kr

VADSTENA KLOSTERKYRKA

Något om byggnads- och reparationsinsatser

År 1369 började ett dubbelkloster anläggas vid kungsgården i Vadstena. Klosters kyrka byggdes med början från väster där ett kor som kunde tas i bruk i början av 1400-talet. Efter att kyrkan täckts med ett koppertak uppfördes pelarna inne i kyrkan och valven började slås 1420. Kyrkan, som alltså ovanligt nog fick sitt kor mot väster invigdes år 1430.

Därefter har de mest omfattande byggnadsarbetena bestått av åtgärder på murverk och tak, för murarnas del rena reparationsinsatser, medan taket även kommit att omgestaltas.

1400-talet

1455 höjdes yttertaket och fick ett klocktorn. Det tidigare ganska låga sadeltaket ersattes av ett tak med tre avsatser, d v s två italianer. Kanske krävde detta att konstruktionen förnyades helt.

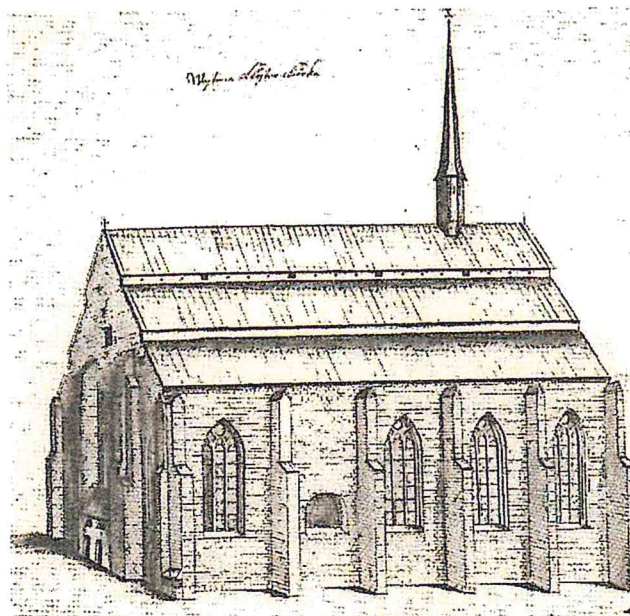
1500-talet

Från 1550-talet och till år 1577 användes kyrkan en period av Vadstena församling (som lutheransk kyrka) och fick då en sakristia mot östgaveln.

1595 stängdes klostret.

1600-talet

På 1680- 90 -talen reparerades yttertak, murpelare och bänkinredning. Omfattande leveranser av långa bjälkar tyder på stora insatser på taket.

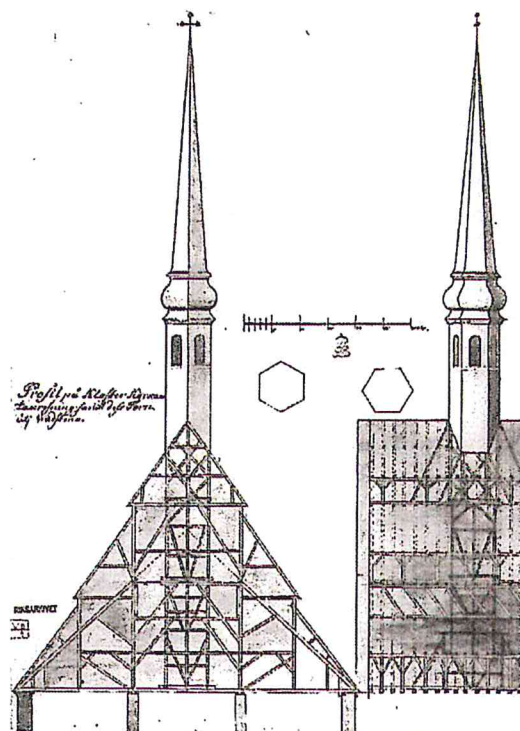


Fasad mot nordost. Teckning av E Brenner 1670.

1700-talet

Under 1750-60- talen reparerades yttertaket och murarna igen. 1769 konstaterades att takbjälkarna var rötade i ändarna och inuti. När murverket lagades behövde c:a 10% av stenen uthuggas och ersättas. Dels användes (omhuggen) gammal sten dels c:a 1/3 nyhuggen. Fogbruket blandades med "smedslag" för att dämpa kalkens kulör. (Vid arbeten

med murverket i sen tid har en rödaktig "sand" liknade kulören hos alunskiffer) påträffats i fogarna.



Taket uppmätning c:a år 1770 (Riksarkivet)

På 1780-talet gjordes en takombyggnad där klocktornet försvann. Det tidigare höga taket blev ett enkelt, lägre sadeltak.

1800-talet

1805- 10 genomförs en stor reparation. Yttertaken täcktes med spån. Murverket lagades och strävpelarna förkortades och täcktes med kopparplåt. Murarna rensades från mossa och ogräs. Fogarna högs upp och sattes igen med "pinnsten" eller skärv i bruk framställt av 3 delar god kalk till 4 delar strid sand (utan någon tillsats av lera). Stenar fästes med klamror som murades för. Strävpelarna som tidigare haft sadeltak sänktes till enhetlig höjd en aln under takfoten och utfördes med fall utåt och täcktes med kopparplåt.

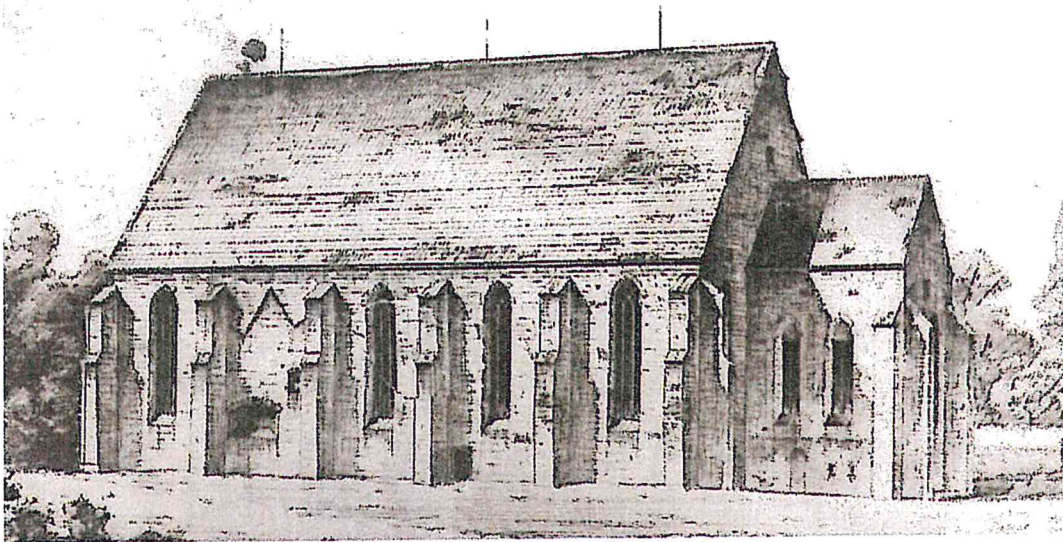
Fönster och portar reparerades. Kyrkgolvet lades om och kyrkan putsades invändigt.

1825- 34 iordningställdes kyrkan som församlingskyrka. Yttertaken reparerades och tjärströks. Golvnivåerna förändrades inne i kyrkan. Ny port togs upp mot väster och det från början "felvända" kyrkorummet inreddes med ett kor mot öster. En hel del andra inredningsarbeten utfördes.

1844 reparerades strävpelarna och fönstren.

1856 noterades att avvattningen från taket var bristfällig och att det lett till skador på murverket. 1873 bedöms skadorna vara så omfattande att de hotade kyrkans bestånd. Bl a fanns på östgaveln ett c:a 7,5-10,5 meter högt utbuktande parti.

1881 konstaterades att fotrännorna på taket var fyllda med diverse skräp och att de fungerade otillfredsställande samtidigt som stuprören var otillräckliga.



Fasad mot nordväst. Teckning Claes Grundström 1881.

1892- 1898 skedde en omfattande restaurering som bl a innebar:

- Det ursprungliga koret mot väster togs åter i bruk som kor. Den västra (sentida) ingångsporten murades igen.
- Troligen togs stuprören bort utan att ersättas med nya.
- Nya socklar av granit ställdes på betonggjutningar under marknivån.
- Omfattande reparationer av strävpelarna. Några av dem grundförstärktes med betong och c:a hälften av dem murades om med cementbruk. Yttermurarna reparerades och kompletterades med nyhuggen sten. Fotografier från tiden visar att insatsen, t ex på den östra gaveln (som haft utbuktning) hade stor omfattning. På vinden syns att man behövde ta till järnklamror för att hålla ihop (skal-) murarna.
- Portar och fönster reparerades.
- Yttertakets övre del höjdes så att det fick två fall åtskilda av en italian. (Det gamla spåntaket ligger kvar under den påsalade, övre delen av taket). Takytan täcktes med skiffer, d v s ett tyngre material än det haft tidigare. En kopparklädd spira uppförs på taket.
- Putsen på innerväggarna avlägsnades och det renknackade kalkstensmurverket fogades med cementbruk. Cementbruk användes även till den utvändiga fogningen.

1900-talet

På 1920 ordnades ett värmesystem med radiatorer. Tidigare fanns en begränsad uppvärmning, i sakristian.

År 1930 skedde utgrävningar av lämningar från klostret väster om kyrkan där marknivån kom att sänkas markant.

1935 påbörjas omtäckning av strävpelarna med blyplåt.

1953 påtalade Östergötlands länsmuseum sprickor i strävpelarna och skador på fönster.

Omkring år 1960 installerades ett oljeeldat uppvärmningssystem.

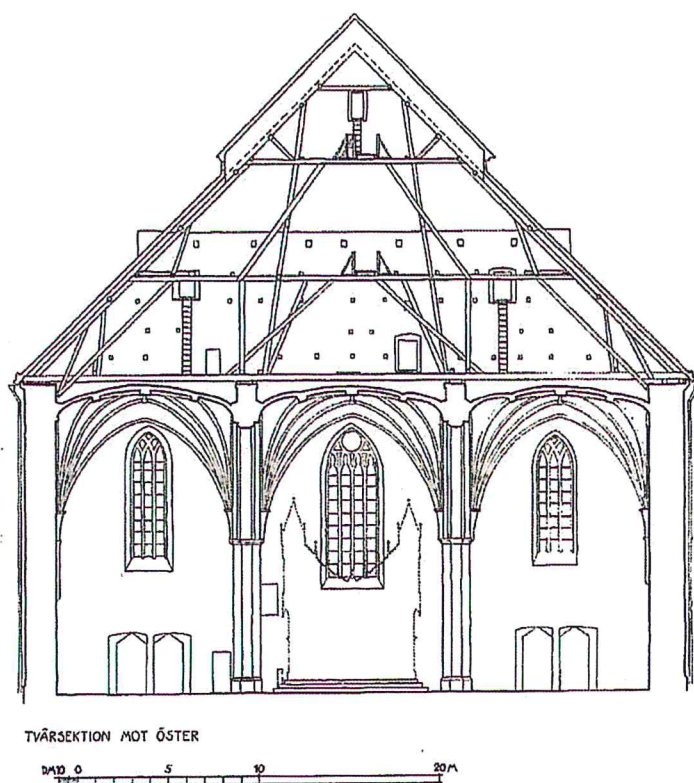
1965 konstaterades fuktskador på inventarier och stengolvet och konservering utfördes 1967.

1969 tilläggsisolerades vinden med stenull som lades på ett golv ovanför valven (så att ett luftutrymme finns mellan isolering och valv).

1970 inventerade ing Ingemar Holmström sprickor i kyrkan. Dessa markerades på plan- och fasadritningar. Klimatstudier påbörjas.

1973 konstaterade arkitekten och professorn Nils Ahrbom och Ingemar Holmström att kyrkan lider av "fuktsjuka" sedan medeltiden.

1974 utfördes markundersökning som visade att den har god bärighet.



Nuvarande takutformning. A Hildebrand 1986 kompletterad av G Redelius 1989.

1978- 1983 restaurerades kyrkan i första hand med syfte att avhjälpa tekniska brister och öka bekvämligheten för besökare.

-Stuprör sattes upp och vattenavledningen intill kyrka förbättrades.

-Fuktstudier påbörjades av Lunds tekniska högskola dock utan att åtgärder fastslogs för att reparera och motverka sprickorna i strävpelarna.

-Fönster och murverk reparerades.

-Befuktning installerades.

-Putsen i valven lagades.(Den har i dag relativt liten sprickbildning med undantag för valvet över ingångsportarna i östfasadens södra del där puts ramlat ner)

1992 återkommer strävpelarnas sprickor på dagordningen. Professor Ove Hidemark engagerades och samarbetade med ing Krister Berggren och arkitekt Per Rydberg.

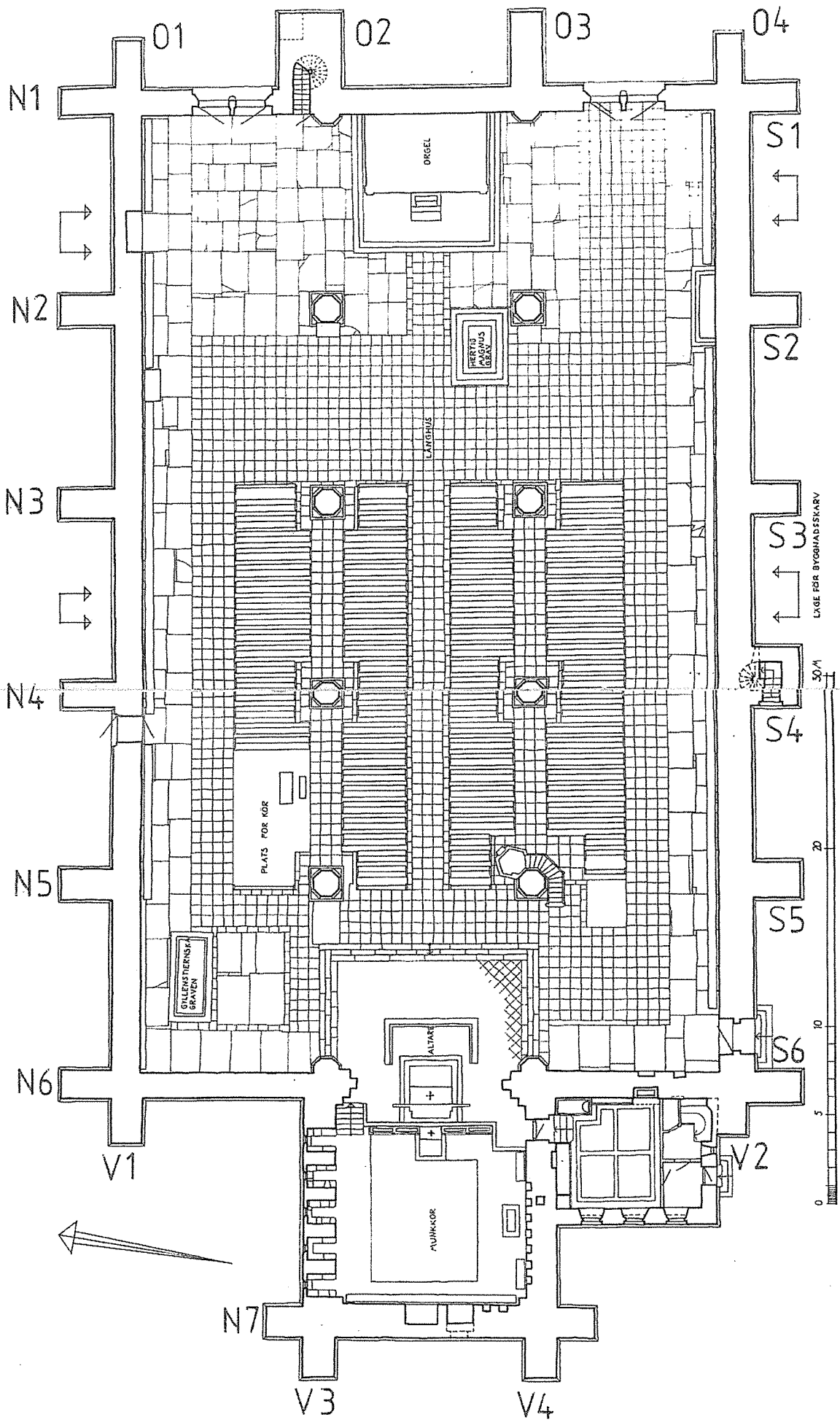
Befuktningen togs bort.

1993 lagades delar av skiffertaket och golvet inne i kyrkan.

1995 prövades åtgärder för att torka en strävpelare på norrfasaden bl a genom omfogning och borring av vertikala hål ("skorstenar").

2012 kompletterades undersökningen och sammanställdes resultaten av proven (Rapport av Krister Berggren, 2012-12-29) .

2013-07-26 Per Rydberg



Pl I. Vadstena klosterkyrka. Grundplan, 1:300. A Hilldebrand 1986, kompl av G Redelius 1989.
Plan.

