

Gjentakende feil i kirkebygg



Ole Christian Torkildsen
spesialrådgiver

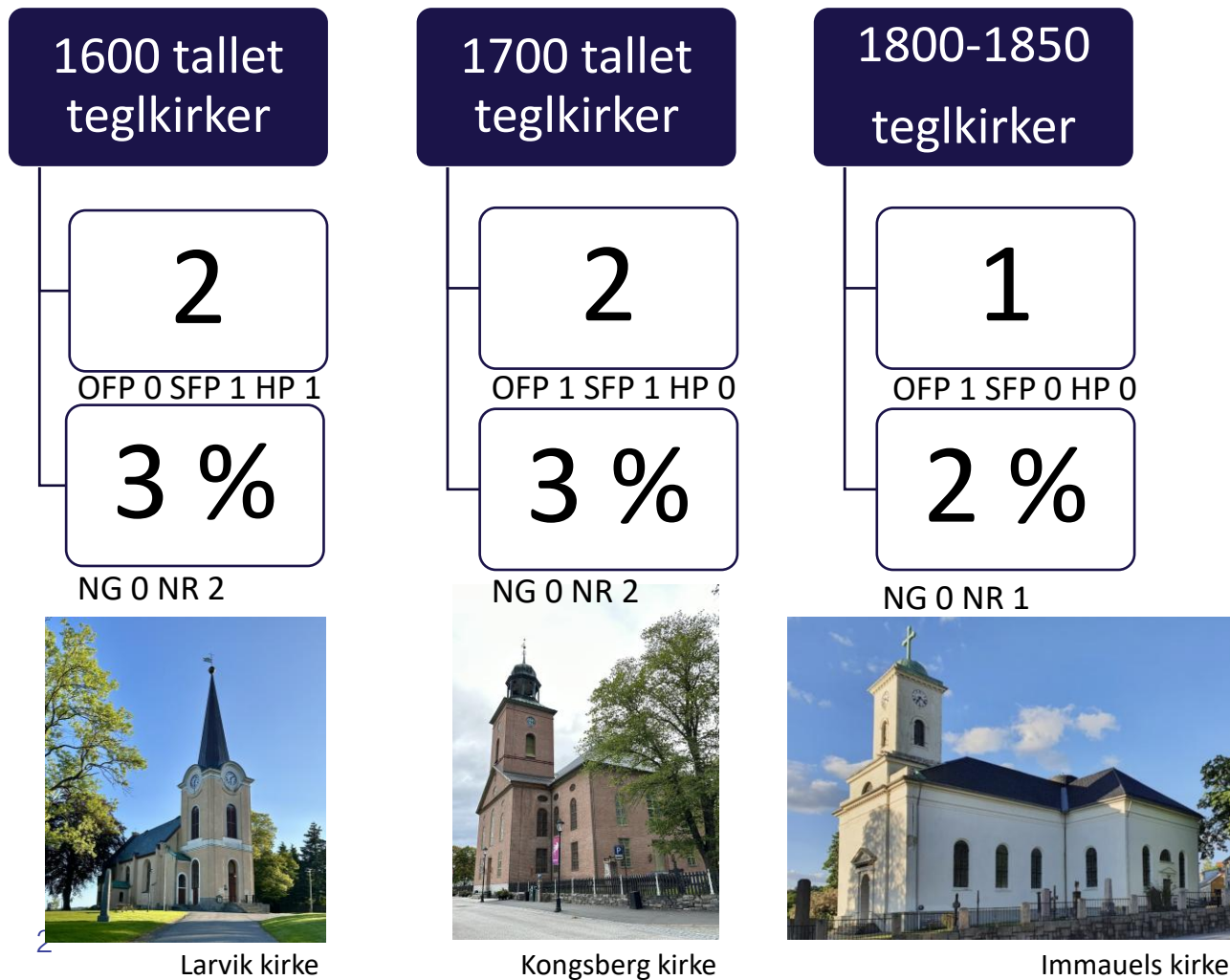
Kontakt e-post: ole.christian.torkildsen@ka.no

Mobiltelefon: +47 971 90 690

Arkitekt, bygg og bygningsvern, kulturminner

Den norske kirke har 69 teglkirkebygg fra 1600 til 1903

Av disse er 6 kirker fredet, 49 kirker listeførte, 14 kirker omfattes ikke av støtte fra KBF

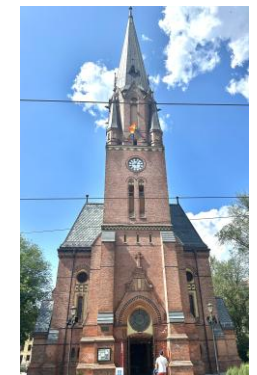
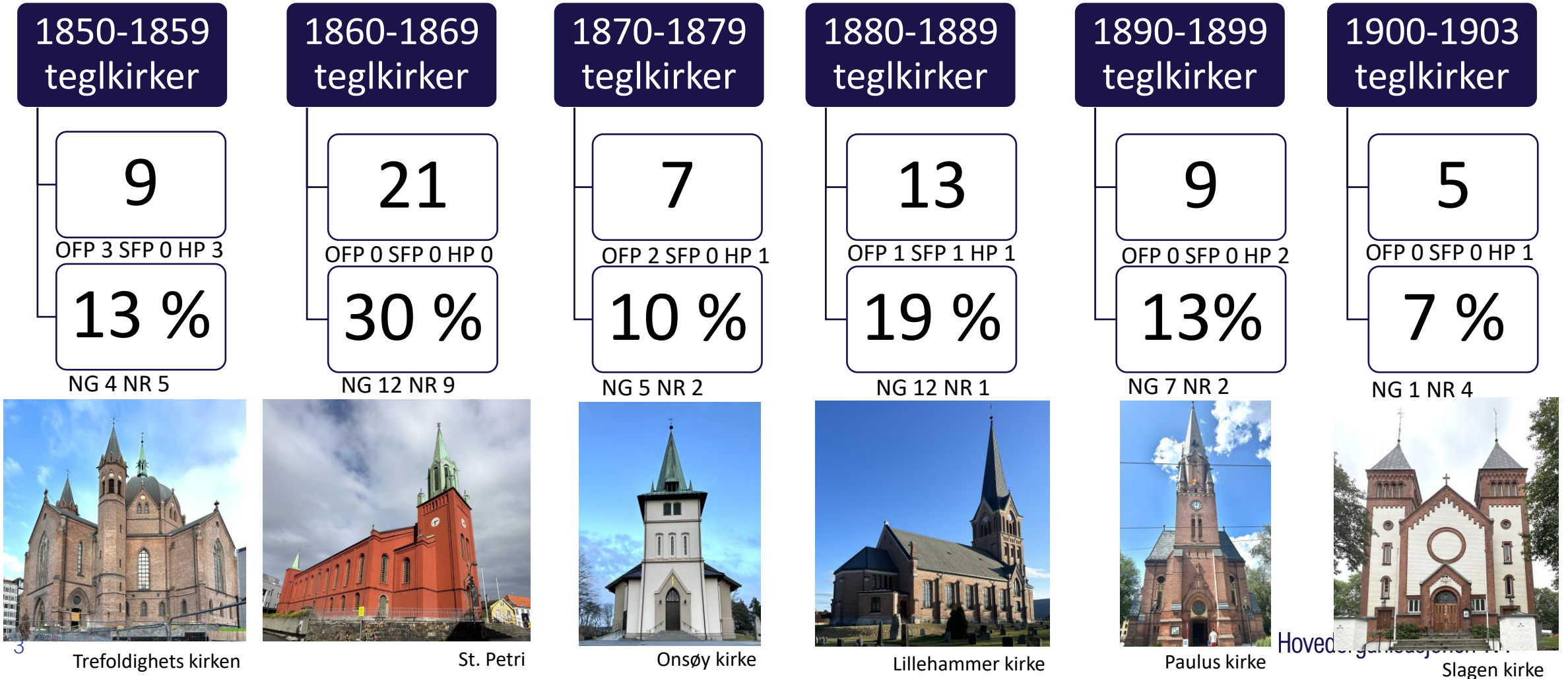


27 stk nyromanske kirker
42 stk nygotiske kirker

14 stk pusset og malte kirker
55 stk upussete kirker

KBF innvilget ramme kr 532.324.000
3 stk overordnet forprosjekt
4 stk særskilt forprosjekt
9 stk hovedprosjekt

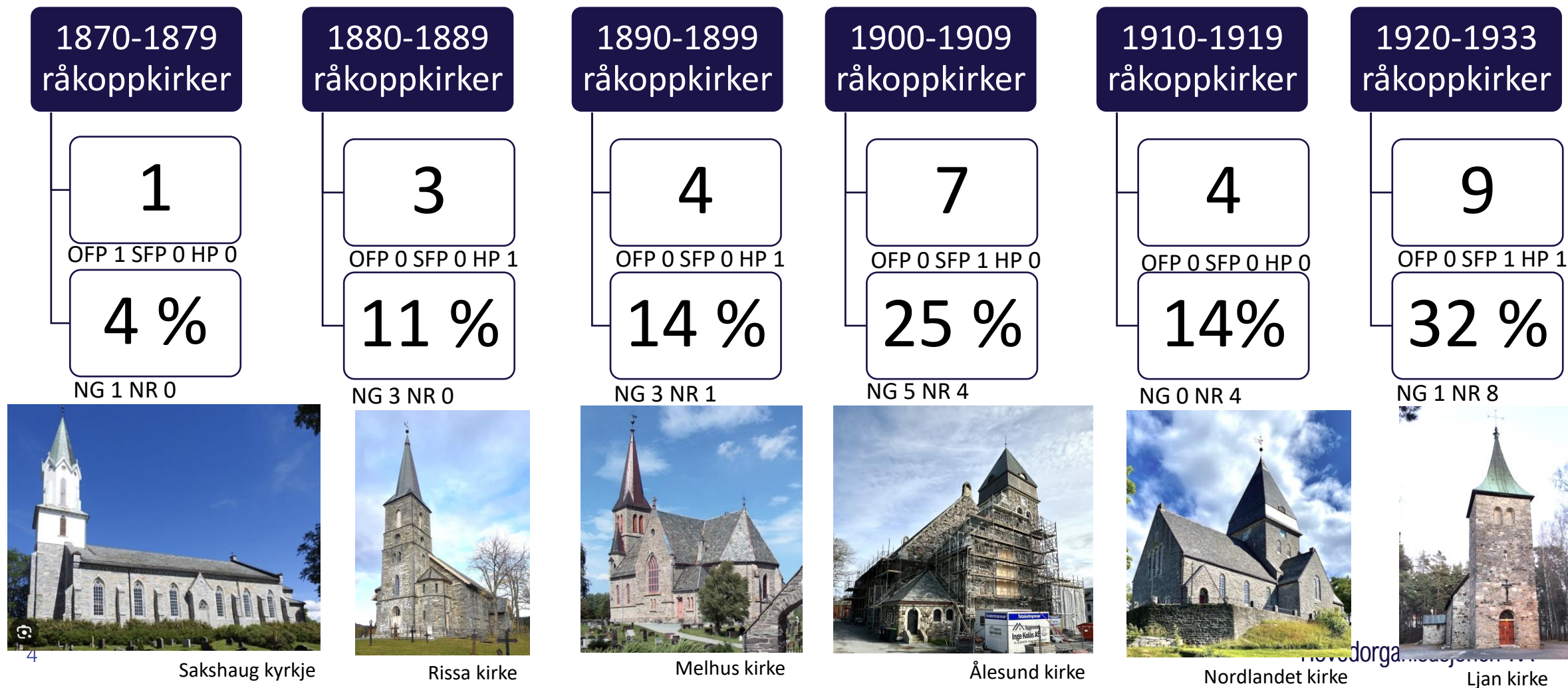
Den norske kirke har 69 teglkirkebygg fra 1600 til 1903



Den norske kirke har 28 råkopp-kirkebygg fra 1871 til 1933

17 stk nyromanske kirker, 11 stk. nygotiske kirker, KBF innvilget ramme kr 38.774.000,
22 listeførte kirker og 6 kirker som ikke omfattes av KBF

1 stk overordnet forprosjekt, 2 stk særskilt forprosjekt, 3 stk hovedprosjekt



Det hele begynte med en tilfeldig iakttagelse



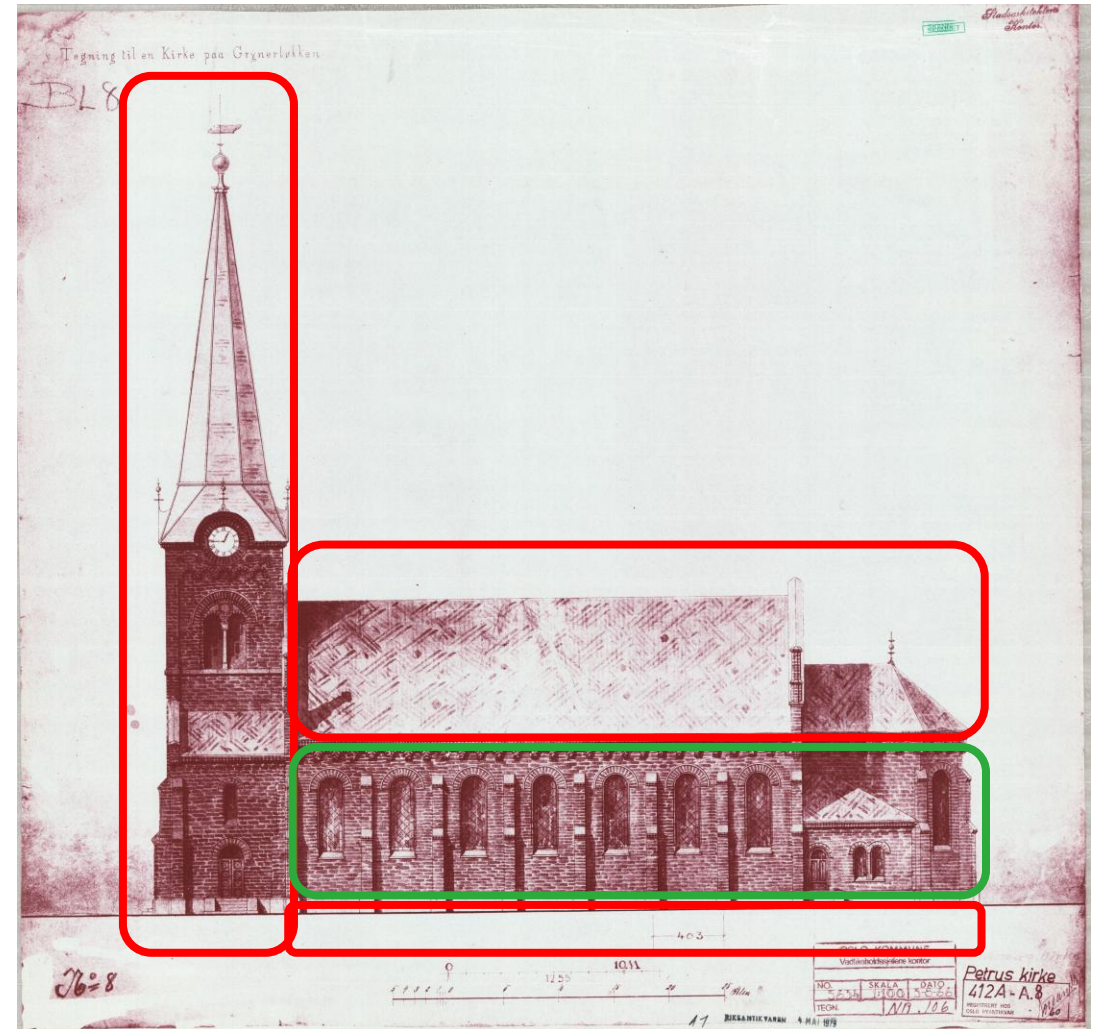
Det handler i all hovedsak om energidifferanser

Tempererte soner:

- Skip
- Kor
- Sakristi

Uoppvarmede soner:

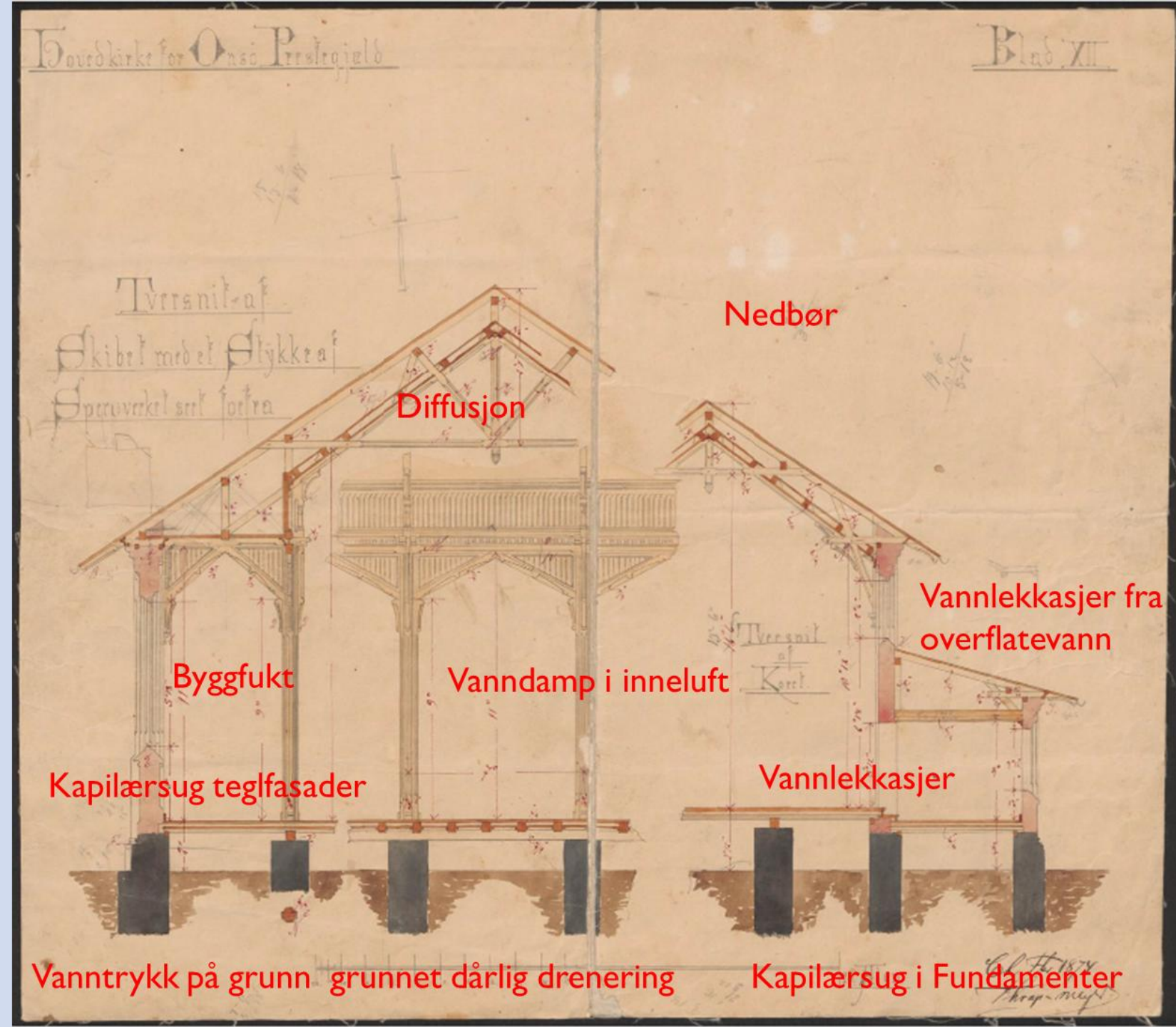
- Tårn/våpenhus
- Trapperom
- Loft
- Kryprom/fundamenter



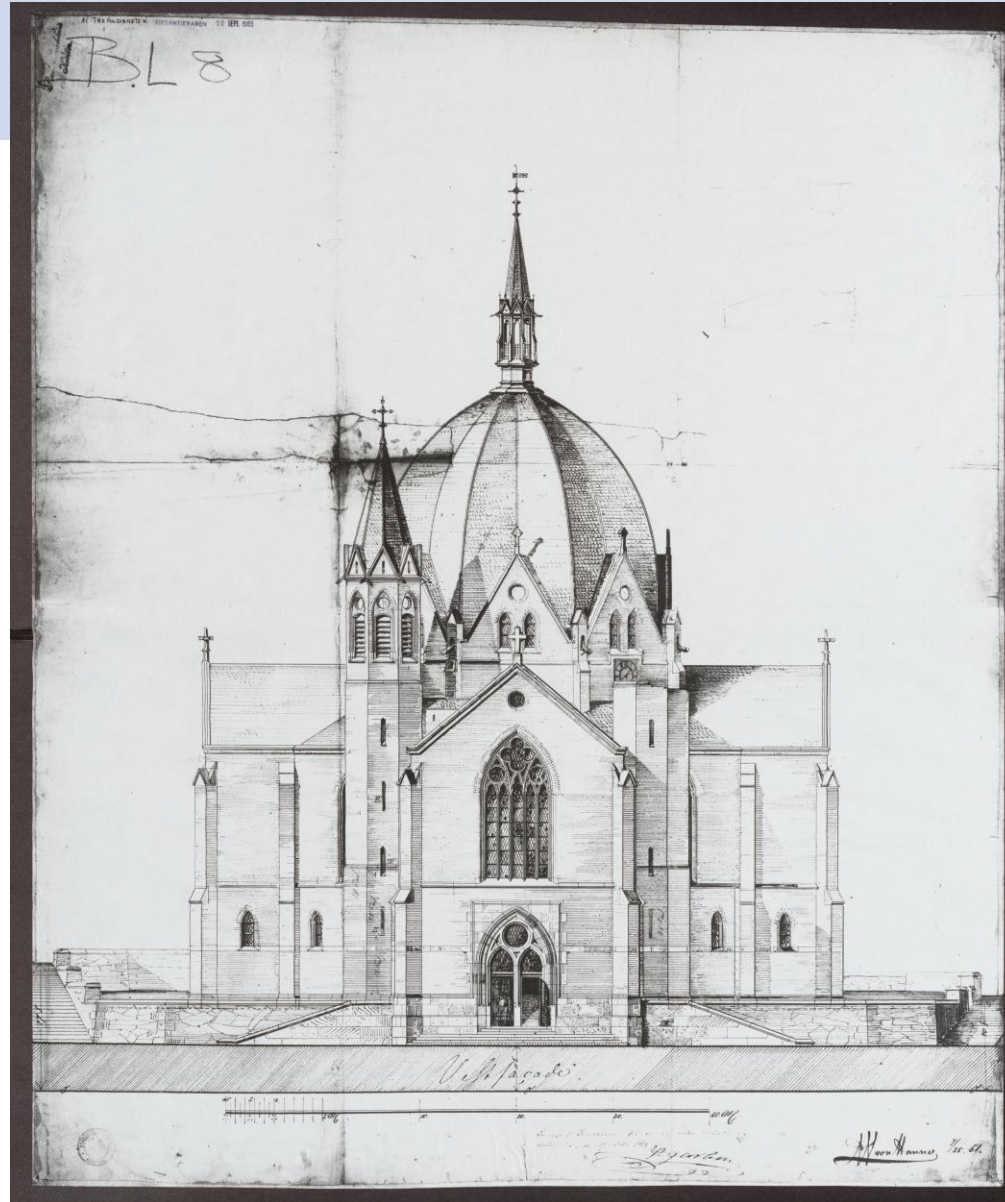
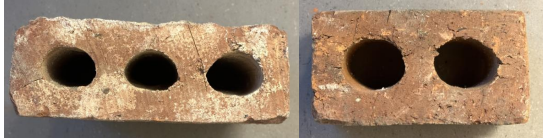
Fuktpåkjenninger i teglkirker

Vi har sett på våre teglkirker som «vedlikeholdsfrie». Teglen ville ikke «råtne på rot»

- En forutsetning for å unngå at skader gjenoppstår er at vi må forstå hvordan fuktutfordringer oppstår og hvordan fukt transporteres
- Dampdiffusjon (damptrykk)
- Luftlekkasjer/ konveksjon (kondens)
- Veskestrømning/gravitasjon (lekkasjer)
- Kappilærsug (oppfukting fra vannkilde)



Trefoldighetskirken i Oslo, 1854



En hypotese ledet et litteratursøk, med en oversikt fra 1864 over 1800-tallets evolusjonen an av hulltegl

Hulltegl stopper kappilærsug og isolerer

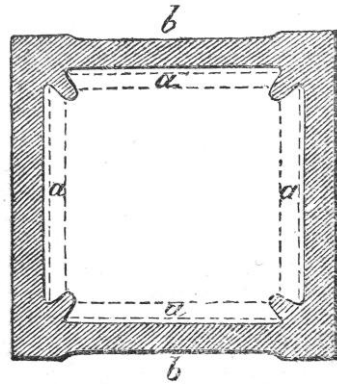
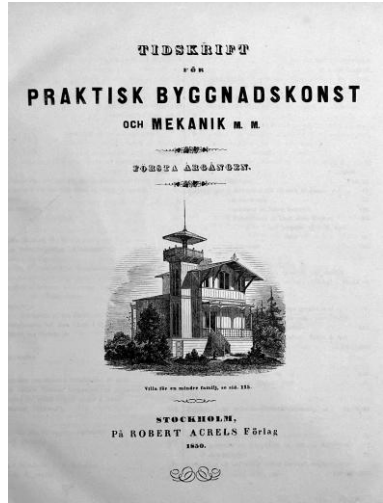


Fig. 25.

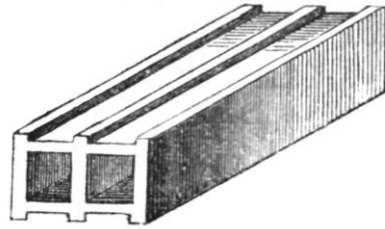


Fig. 35.

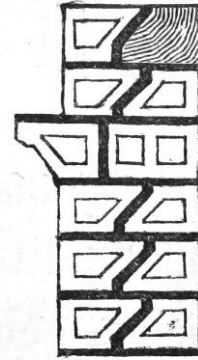


Fig. 30.

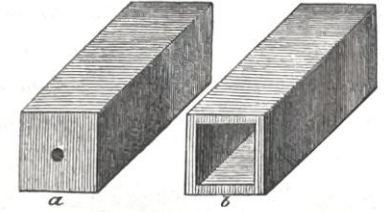


Fig. 31.

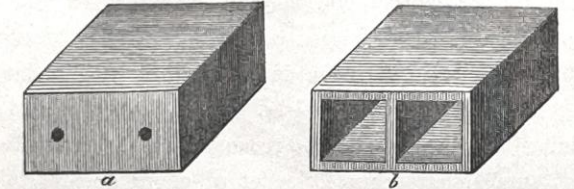


Fig. 32.

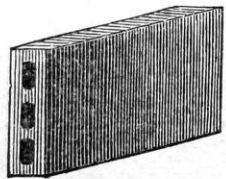


Fig. 19.

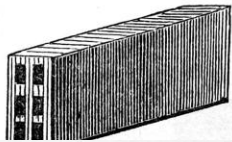


Fig. 21.

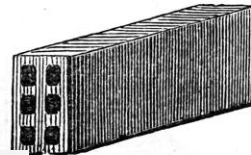


Fig. 23.

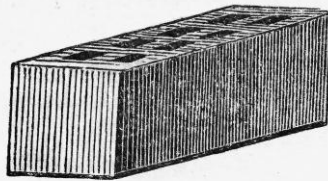


Fig. 23.

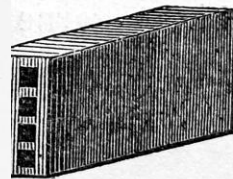


Fig. 24.

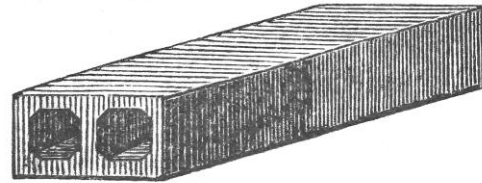


Fig. 13.

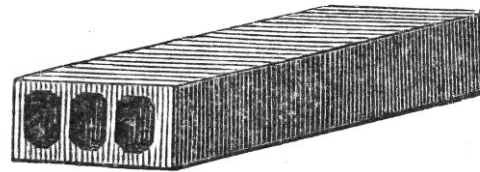


Fig. 15.

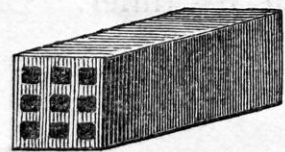
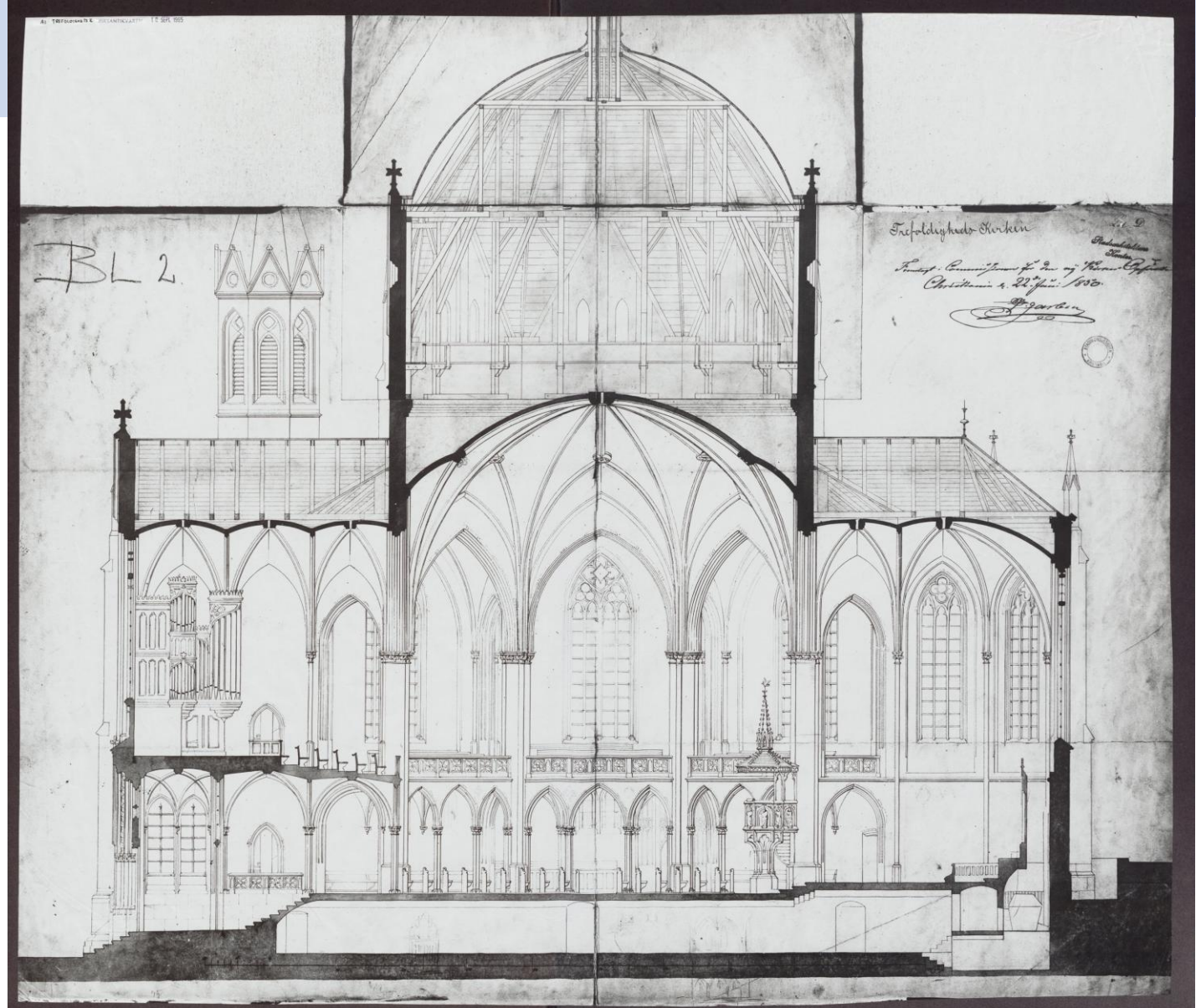


Fig. 22.



Trefoldighetskirken i Oslo 1854-58



Dansk husbygningsslære 1878

Hulltegl stopper kappilærsug og isolerer

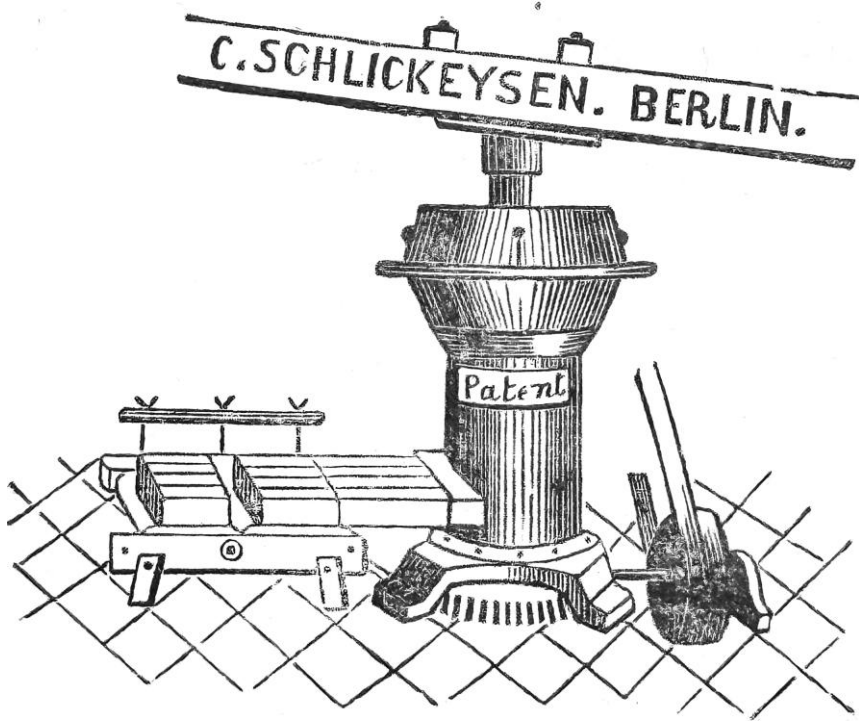


Fig. 12.

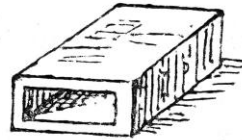


Fig. 28.

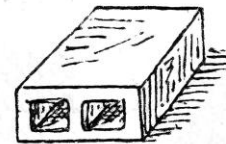


Fig. 29.

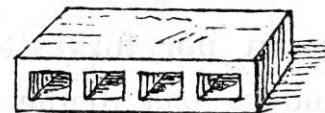


Fig. 30.



Tegl er ikke bare tegl, sortering av tegl 1918

2. Teglstenens sortering.

I det nordenfjeldske sorteres i følgende kvaliteter:

- a. Klinker. Det er en teglsten som under brændingen har været utsat for saa sterk varme, at enkelte dele av lermassen er sintret, d. v. s. leren er blit saa bløt at mellemrummene mellem sandkornene er utfylt og teglstenen er blit upørøs.
- b. Haardbrændt.
- c. Melleibrændt.
- d. Lysbrændt (letbrændt).

Av betegnelserne paa de 3 sidstnævnte kvaliteter fremgaar at de under brændingen har været utsat for forskjellig temperatur og er blit tilsvarende haarde.

Teglstenens trykfasthet stiger med brændingsgraden.

Teglstenens størrelse avtar med brændingsgraden.

I det vestenfjeldske sorteres i følgende kvaliteter:

Bergens distrikt: Vaardals teglverk. Søndfjord:

- a. klinker.
- b. 1ste sort.
- c. 2den »

Klinker og 1ste sort benævnes ogsaa haardbrændt og 2den sort lysbrændt.

Bø teglverk ved Haugesund:

- a. Klinker, tilsvarende nordenfjeldsk klinker.
- b. Nr. 1, —»— —»— haardbrændt.
- c. Nr. 2, —»— —»— melleibrændt.
- d. Nr. 3, lysbrændt, hvorav dog falder minimalt ved dette verk.
Klinker og nr. 1 leveres ogsaa sammen fra Bø teglverk under navn av haardbrændt.

I det sønden fjeldske sorteres i følgende kvaliteter:

Eksempelvis, Kristiania og omegn:

- a. Klinker.
- b. Alm. velbrændt (blandet med ikke over 10% lysbrændt).

Fredrikstad distrikt:

- a. Klinker.
- b. 1ste sort (blandet med ikke over 10% lysbrændt).
- c. 2den sort (lysbrændt).
- d. 3dje sort (daarligere end 1ste og 2den sort, men adskillig av den er haardbrændt og benyttes paa Vestlandet som 2den sort klinker¹).

For levering til Vestlandet sorteres i Fredrikstad distrikt:

1^{ma} klinker.

Nr. 1, haardbrændt.

Nr. 2, velbrændt (praktisk talt fri for lysbrændt).

Sofienberg kirke 1877



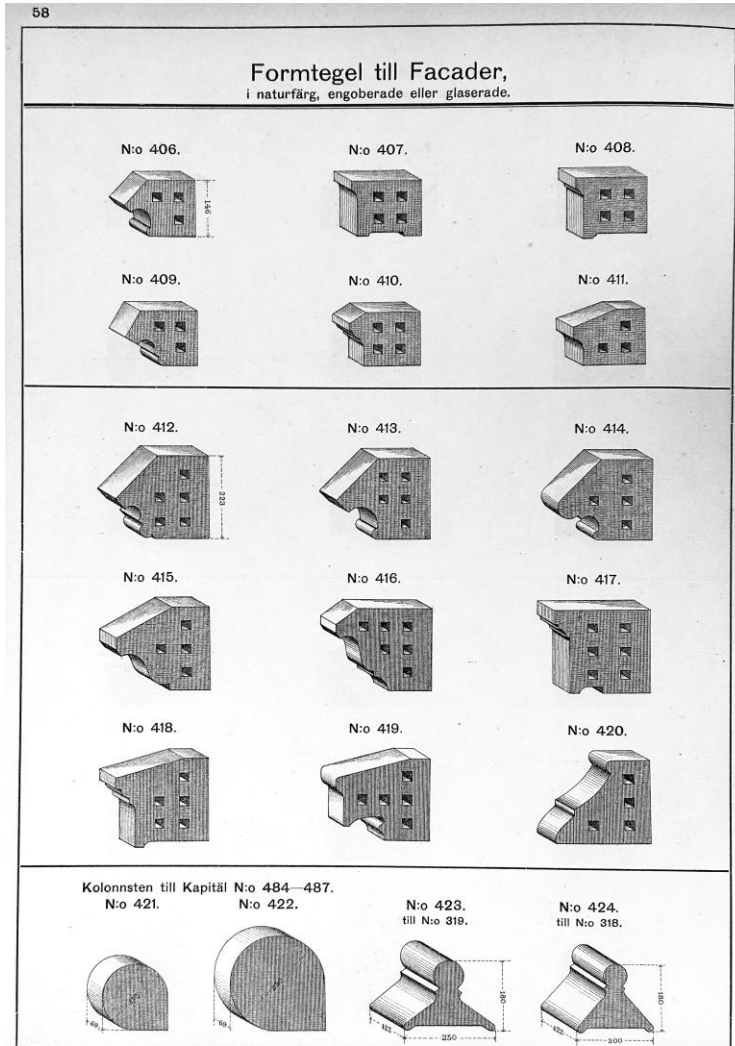
Klinker fasadetegl



Porøs tegl fra bakvegg

Hovedorganisasjonen KA

Hvor mye visste vi om kvalitet på tegl på 1800-tallet



Facadtegel,
i naturfärg, engoberade eller glaserade.

Form och dimensioner.	Vigt pr. 1000 st. Kilogram.	Pris pr. 1000 st.					
		Naturfärg, färgförteckning sida 64.			Engoberade.		Glaserade.
		Gula, röda och bruna.	N:o 10 hvitgul.	Flammig.	Färgförteckning sida 64.	Färgförteckning sida 65.	
N:o 299. 	525	25	30	20	35	80	
N:o 300. 	850	35	40	30	45	125	
N:o 301. 	1000	40	45	30	50	125	
N:o 302. 	2000	70	80	50	85	250	
N:o 303. 	2000	70	80	50	85	250	
N:o 304. 	3000	105	120	75	130	375	
N:o 305. 	4000	140	160	100	170	500	
N:o 492. 	2400	85	95	60	100	300	
N:o 492 1/2 sten. 	3600	130	145	90	150	450	
N:o 492 1/4 sten. 	4800	170	190	120	200	600	
N:o 303 A = N:o 303. Utan hål och slätade på alla sidor.	2400	90	100	60	120	270	
N:o 304 A = N:o 304.	3600	125	140	90	170	395	
N:o 305 A = N:o 305.	4800	160	180	120	220	520	

Tab. II.

Löpande No.	Vigt i lufttorkt tillstånd gr.	Torkningsprof		Vattenabsorptionsprof	
		Vigt efter 48 timms torkning vid 120° gr.	Vigtförminskning %	Vigt efter vattenmätning gr.	Vigtsökning %
5047	831.9	831.8	0.11	858.7	3.22
5048	844.7	844.4	0.31	876.3	3.74
5049	843.1	843.2	0.02	874.1	3.68
5050	847.2	847.8	0.60	877.3	3.51
5051	837.2	837.8	0.60	864.4	3.17
5052	840.9	840.9	0.00	871.4	3.62
5053	838.2	838.0	0.02	873.3	4.19
5054	861.8	854.1	0.84	881.9	2.38
5055	857.2	857.3	0.01	890.1	3.68
5056	1006.4	1008.0	0.53	1114.8	2.81
5057	863.2	853.8	1.07	894.2	3.62
5058	853.4	858.7	2.28	916.1	3.70
5059	874.1	857.3	1.84	918.4	4.15
5060	823.8	815.3	1.81	857.8	4.15
5061	855.0	834.9	2.25	879.9	2.81
5062	858.1	858.0	0.01	881.2	2.69
5063	857.1	857.1	0.00	879.5	2.81
5064	850.0	850.0	0.00	883.1	3.86
5065	852.1	852.1	0.00	877.2	1.78
5066	847.7	846.7	0.12	864.8	2.63
5067	870.0	863.9	0.70	901.3	3.84
5068	864.5	857.8	0.60	915.5	5.02
5069	881.0	880.4	0.12	922.2	4.73
5070	819.5	816.1	0.42	862.8	5.28
5071	877.4	874.5	0.33	908.1	3.61

Tab. III.
Frysingsförsök.

Löpande No.	Färgbeteckning	Vigt före frysningsen efter 48 timmars torkning vid 120° gr.	Vigt efter frysningsen och 36 timmars torkning vid 120° gr.	Afflagning på grund af frysnings
				% af vigten i torr tillstånd
5047	Hvit, engoberad	831.8	830.4	0.07
5048	Chamois, ..	844.4	844.3	0.04
5049	Mörkröd, ..	843.2	843.0	0.02
5050	Rödbrun, ..	847.8	847.5	0.01
5051	Ljusröd, ..	837.8	837.8	0.02
5052	Ljussgulbrun, ..	840.9	840.9	0.00
5053	Svarbrun, ..	838.0	838.0	0.00
5054	Grön, ..	854.1	853.4	0.08
5055	Blå, ..	857.3	857.4	0.01
5056	Mörk gulbrun, ..	1008.0	1008.5	0.01
5057	Brun, blyglasyr	853.8	847.3	0.70*
5058	Blå, ..	859.7	859.3	0.05
5059	Färglös, ..	857.2	857.1	0.01
5060	Mörkgrön, ..	815.3	815.1	0.02
5061	Grön, ..	834.9	834.7	0.02
5062	Brungrön, fästspalglasyr	858.0	857.9	0.01
5063	Gul, ..	857.1	856.9	0.02
5064	Grå, ..	850.0	850.0	0.00
5065	Svart, ..	852.1	852.0	0.01
5066	Ljusbrun, ..	846.7	846.1	0.27
5067	Brun, naturfärg	863.2	863.7	0.02
5068	Rödgul, ..	857.2	857.6	0.05
5069	Grågul, ..	880.4	879.9	0.06
5070	Hvitgul, ..	816.1	815.9	0.02
5071	Mellangul, ..	874.5	874.2	0.01

* Å detta tegel afflagade ungefär midt på den glaserade ytan ett stycke af ca 4 cm² storlek samt med en maximitjocklek af 3 1/2 mm.
Troligen beroende på att det af en tillfällighet varit släppa — luftblåsa — i stenen.
S. B.

Mørtler og hulltegl/hulmur i engelsk murerlitteratur 1848

WATER PROOF MASTIC CEMENT. 43

WATER PROOF MASTIC CEMENT.

No. 1.

50 parts of sharp sand, 50 parts of stone lime ground, 10 parts of red lead in powder to be mixed with boiled oil.

No. 2.

100 parts of sharp sand, 50 parts of whiting in powder, 10 parts of red lead ditto, mixed with boiled oil.

No. 3.

100 parts of sharp sand, 25 parts of plaster of Paris, 10 parts of red lead, 5 parts of yellow ochre, all in powder and mixed with boiled oil.

MORTAR.

No. 1.

1 cubic yard of Dorking or grey stone lime, 3 to 3½ yards of sharp river sand.

No. 2. Coarse mortar.

1 cubic yard of stone lime, 4 cubic yards of coarse gravelly sand.

No. 3.

1 cubic yard of stone lime, 4 cubic yards of coarse yellow gravelly sand, which contains oxyde of iron.

No. 4.

1 part of lime, 2 parts of sharp sand, 1 part of blacksmith's ashes — black oxyde of iron.

No. 5.

1 part of lime, 2 parts of sand, 1 part of coarse ground coke.

There are many other compositions of mortar and cement in use, but the before mentioned have been tested for years. Localities will occasion many variations in the composition of mortars and cements, arising from the various kinds of lime which they contain, and the calcarious sand or material compounded with them.

HYDRAULIC MORTARS.

No. 1.

Smeaton's mortar as used for the Eddystone lighthouse, was composed of equal parts of Aberthaw lime in the state of hydrate of lime in fine powder, and puzzolana also in fine powder, well beaten in mullars, until it had acquired the utmost degree of toughness.

No. 2.

Another hydraulic mortar is composed of 2½ parts of burnt clay, 1 part of blue lias lime, to be pulverized and ground up together between rollers and immediately used.

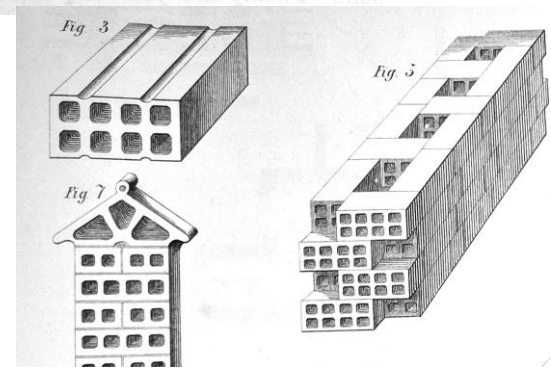
No. 3.

Or it may be formed of two Bushels of Fresh stone lime, three Bushels of wood ashes, mixed the same as lime and sand, but let lie until cold, and beat thoroughly three or four times before using.

No. 4.

4 parts of blue lias lime, 6 parts of river sand, 1 part of puzzolana, 1 part of calcined iron stone.

This cement was used for setting the outside facing of the brick walls of the London Docks.



Hulmur 1878

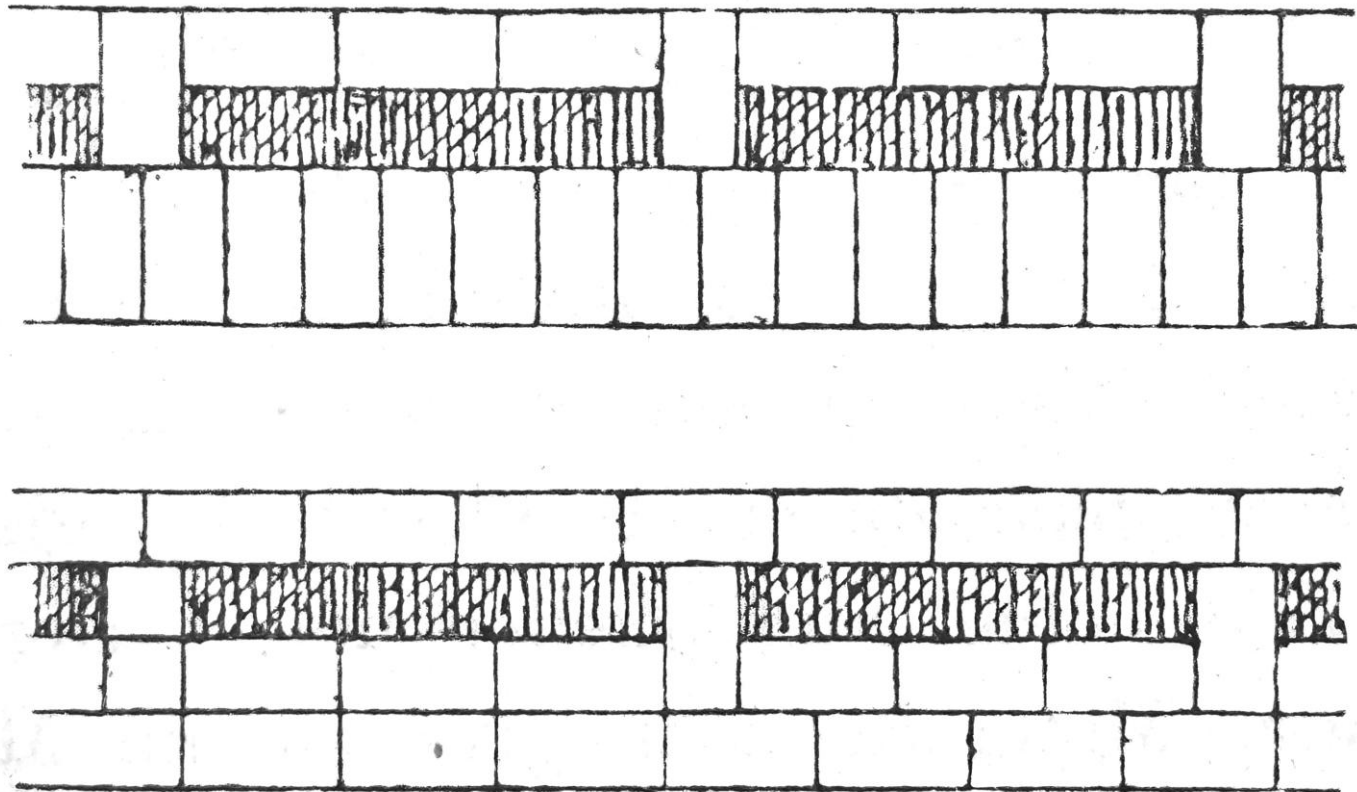


Fig. 32.



Johanneskirken, Bergen, oppbygning yttervegg på skip. Massivmur hulmur med fasade hulltegl 1894



Tårnvegg Skien kirke



Massiv vegg teglkonstruksjon, med fasade formtegl som hulltegl



Tårnvegg Sandefjord kirke, 1903



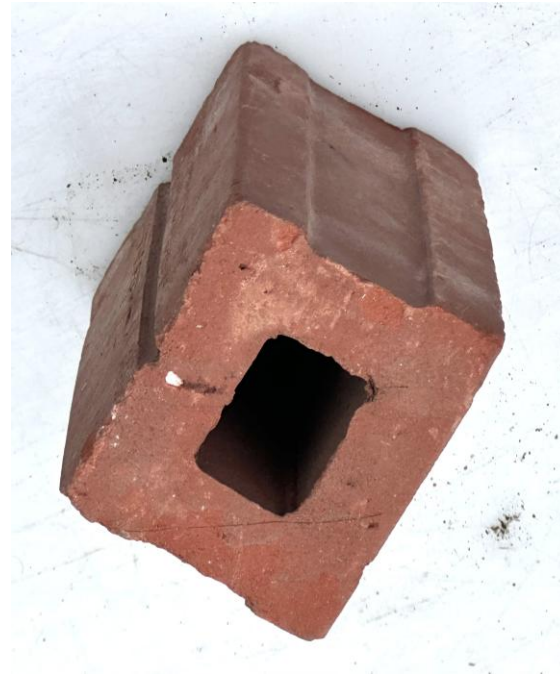
Massiv teglveggskonstruksjon
med massiv fasadestein



Hovedorganisasjonen KA

Fasadevegg Trefoldighet Arendal

Massiv veggkonstruksjon med fasadestein av hulltegl

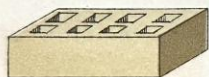


Hulltegl fra Arendal

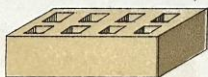
Färgförteckning

Naturfärger

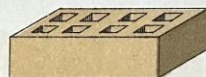
Nº1. grågul



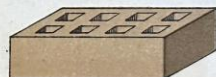
Nº2 gul



Nº3 rödgul



Nº4 ljusbrun



Nº5 gulbrun



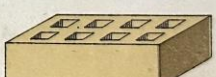
Nº7 röd



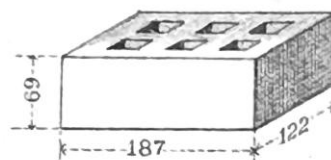
Nº8 rödbrun



Nº10 hvitgul

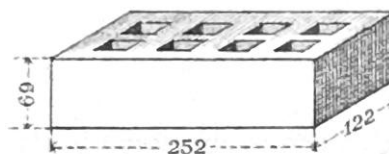


N:o 304.



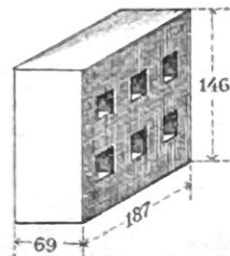
$\frac{3}{4}$ kopp- och hörnsten.

N:o 305.



$\frac{1}{1}$ löp-, kopp- och hörnsten.

N:o 492.



N:o 492 $\frac{1}{2}$ sten.

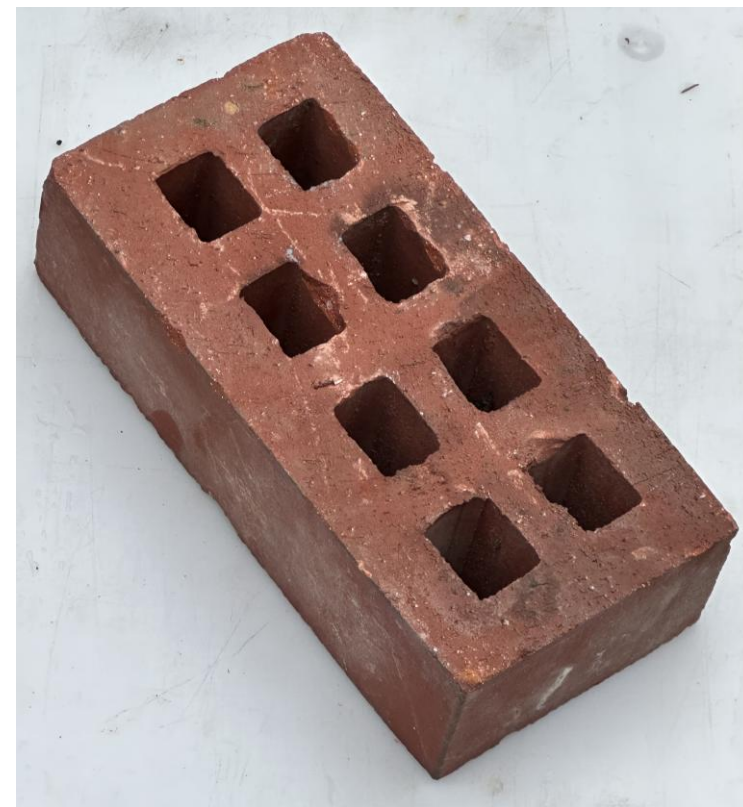
122×146×69 m/m.

N:o 492 $\frac{3}{4}$ sten.

187×146×69 m/m.

N:o 492 $\frac{1}{1}$ sten.

252×146×69 m/m.



Vertikale sprekkskader på tårnet på Johanneskiken Årsak?

Statisk fasade tegl
Dynamisk bakmur

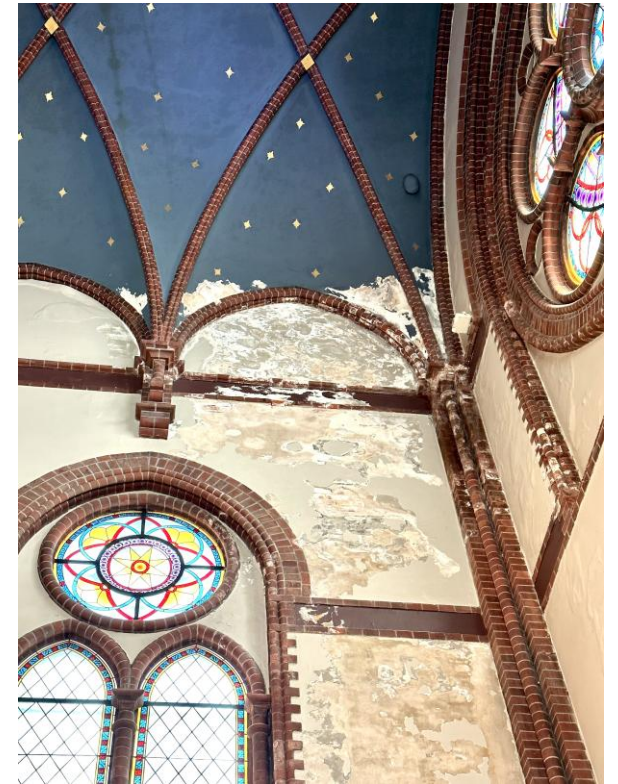
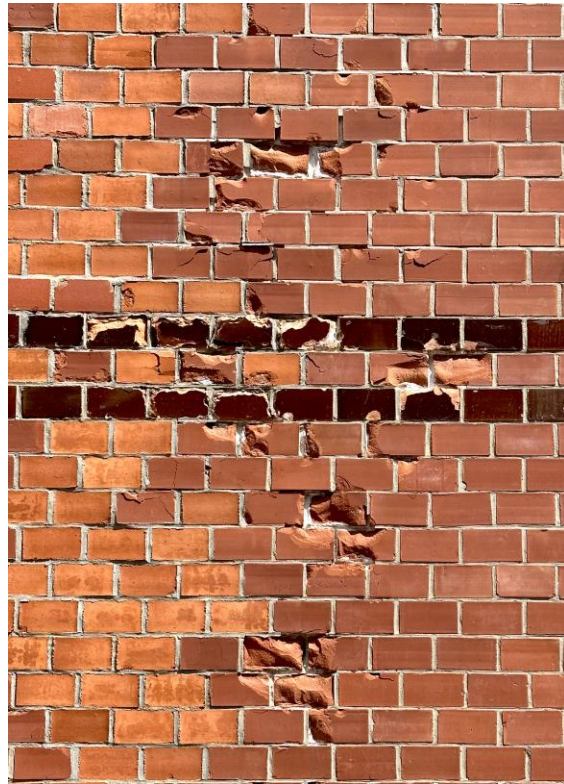


Skader med sprekkdannelser på Trefoldighetskirken i Arendal Årsak?

Årsak – virkning

Indikator – fuktighet, dryppende vann ect.

Symptom – sopp, råte mugg, saltutslag ect.



Hva sier Sintef byggdetaljene sprekker i teglmurverk?

7 Sprekker

71 Teglmurverk

711 Årsak

Sprekker i teglfasader kan ha en rekke ulike årsaker. I eldre murfasader er setninger svært vanlig. Konstruktive sprekker forårsaket av punktlaster, utilsiktede laster fra etasjeskillere og annet er også relativt vanlig i eldre murbygninger.

Mangelfull oppdeling av fasaden med bevegelsesfuger og en konstruktiv binding til konstruksjoner med andre fukt- og temperaturbevegelser enn teglmurverk, er andre viktige årsaker til sprekkdannelse i teglvegger murt med sementmørtler.

Figur 711 a viser hvilke fukt- og temperaturbevegelser man kan forvente over året i ytre vange i en skallmurvegg/teglforblending som er avgrenset av vertikale bevegelsesfuger.

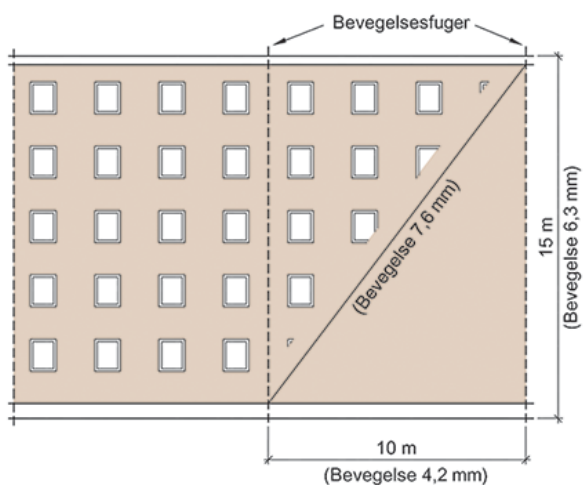


Fig. 711 a
Temperaturbevegelser i en skallmurvegg/teglforblending i løpet av et år. Orienterende verdier

28 Varmeisolasjonsevne

Tabell 28 gir oversikt over omtrentlige U-verdier for en del murvegger. Teglstein kan ha forskjellige densiteter. Densiteten er vesentlig for U-verdi.

Tabell 28

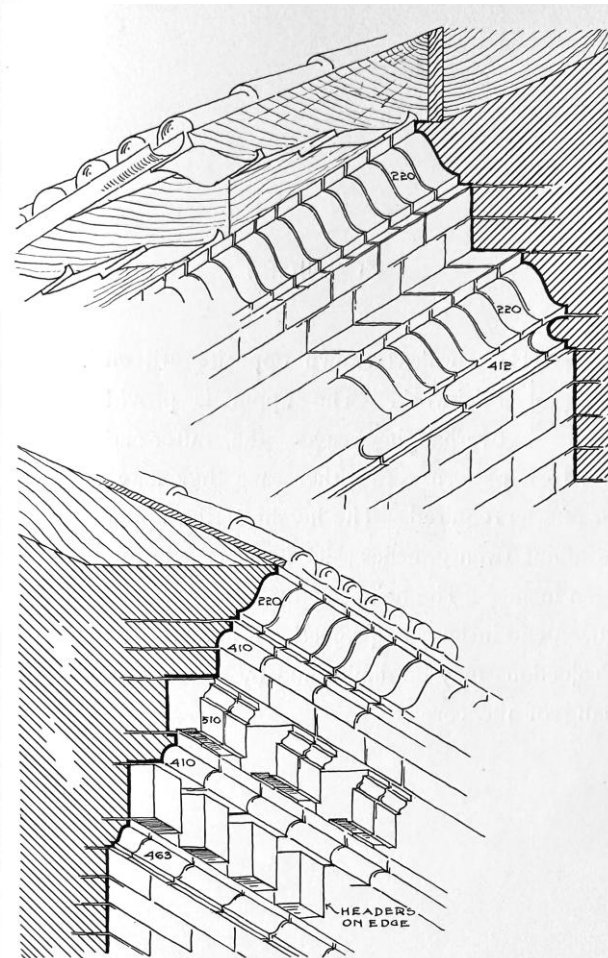
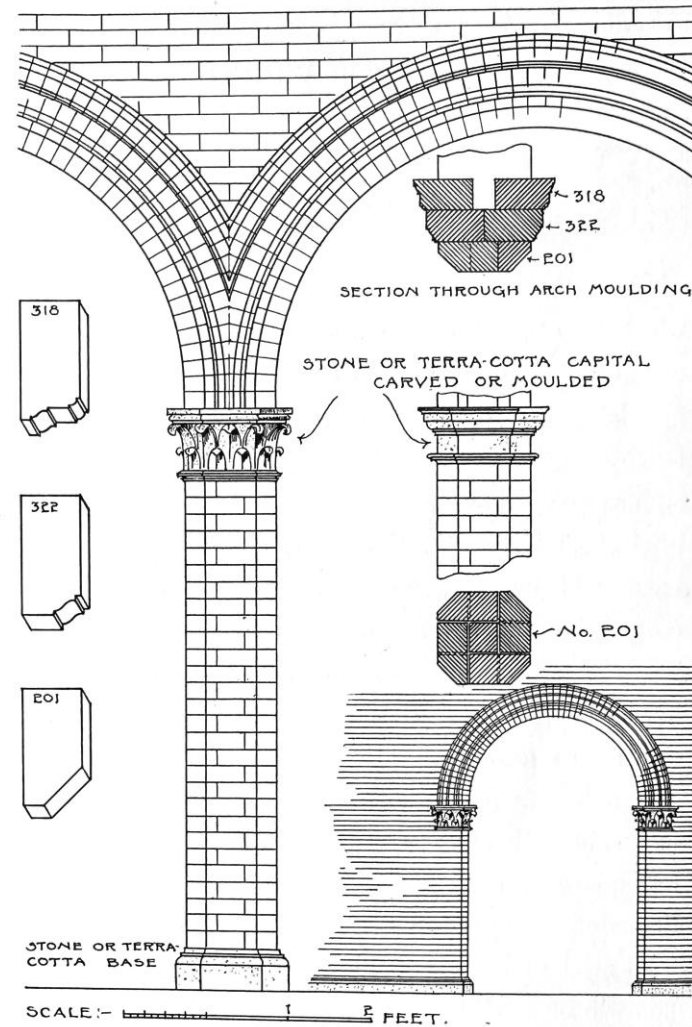
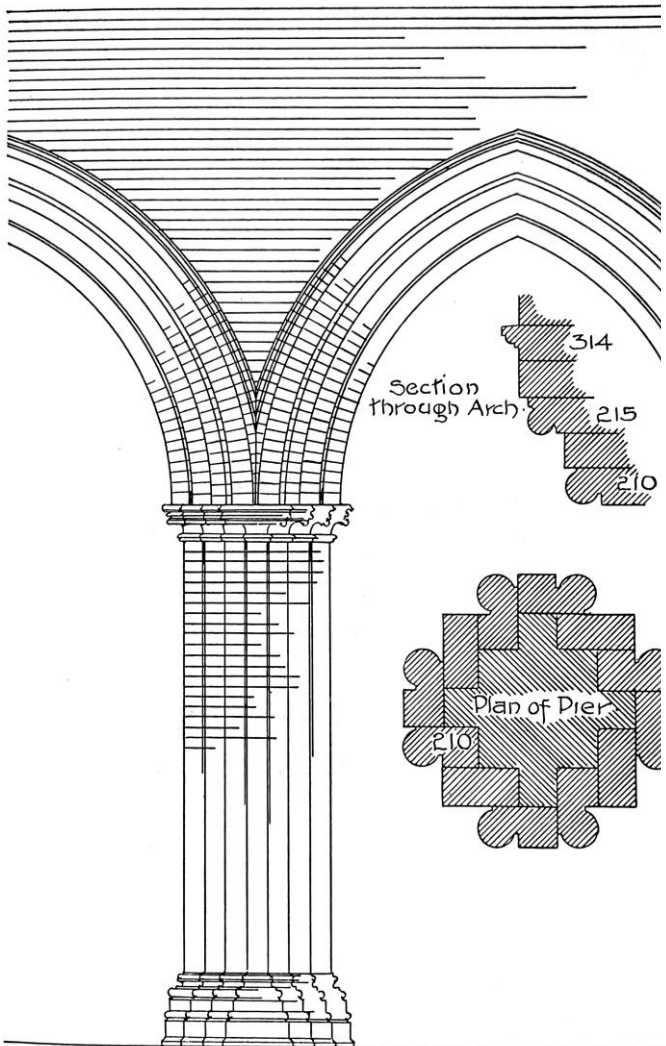
Beregnet U-verdi i $W/(m^2K)$ for murt vegg av teglstein med 10 mm KC-puss på utsiden

Murtype	Densitet kg/m ³	U-verdi, ($W/(m^2K)$)							
		Veggtykkelse (stein)							
		1/2	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 ¹⁾	2 1/4	2 1/2
Massivmur	1 200	2,2	1,3		1,0		0,7		
	1 600	2,8	1,8		1,3		1,1		
	2 000	3,1	2,1		1,6		1,3		
Bergenshulmur	1 200				1,1		0,9 (0,8)		
	1 600				1,4		1,2 (1,1)		
	2 000				1,6		1,4 (1,3)		
Trondhjemshulmur	1 200					0,8		0,7	0,6 ²⁾
	1 600					1,1		0,9	0,8 ²⁾
	2 000					1,3		1,0	0,9 ²⁾
Engelsk hulmur	1 200			1,1					
	1 600			1,4					
	2 000			1,6					

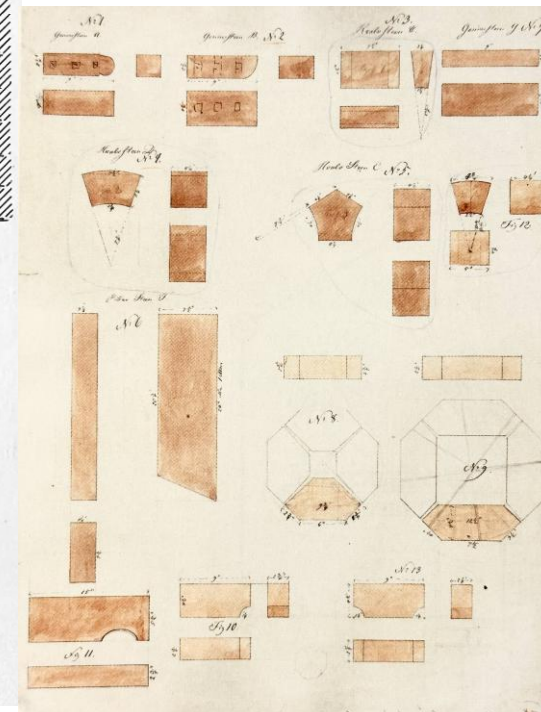
1) Verdiene i parentes gjelder for bergenshulmur med 1-steins vanger.

2) To hulromsrader

Bruk av formtegl krever utarbeidelse av detaljerte tegninger med oversikt over hvordan teglen skal mures



Kirkeristen
Grosh 1845

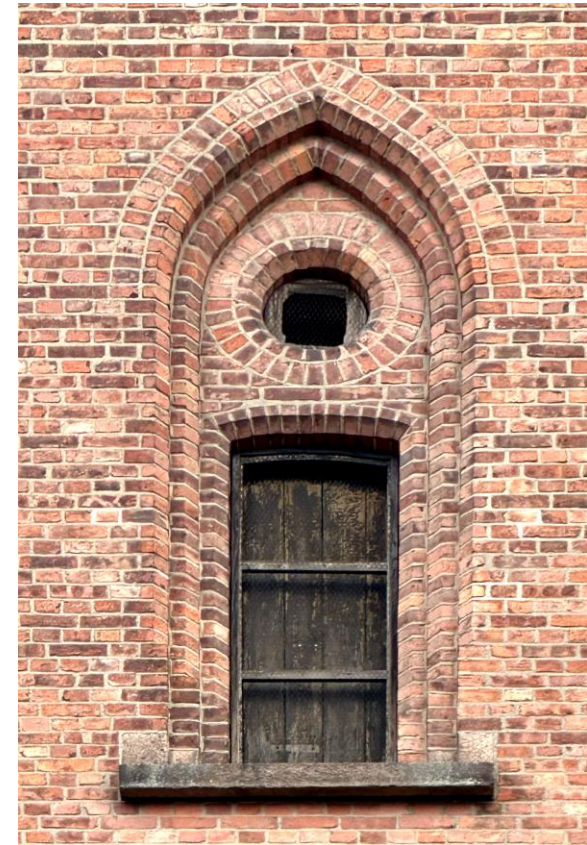


Sofienberg kirke, 1877

Tårnet
med lufting



Eksempler på ventiler i tårn Østre Aker



Eksempler på ventiler i tårn Tønsberg domkirke, 1858



Johanneskirken, Bergen 1894



**Tilläggsisolering på reveterade trähus
och saltskadat tegelmurverk**

Redaktörer – Kristin Balksten & Paulien Strandberg-de Bruijn

Slutrapport 2019





Takk for oppmerksomheten



Fra etterslep til innsats

- nå trengs et krafttak for kirkene

Kirkekontroll 2025: Kartlegging av tilstand, sikring og ENØK-tiltak i norske kirker



Kirkekontrollen 2025

www.ka.no

Hovedorganisasjonen KA