

0 GENERELT

01 Dette bladet beskriver hvordan yttervegger av mur og betong ble utført i eldre bygninger. Bladet er ment som et hjelpemiddel for alle som arbeider med bevaring og utbedring av slike bygg. Bladet behandler ikke selve utbedringen av eldre mur- og betongvegger. Dette blir behandlet i egne blad. Det samme gjelder puss og utsmykking av eldre murfasader. Utmurt bindingsverk er behandlet i byggetaljeblad A 523.304.

02 Bladet behandler i første rekke bygninger fra etter ca. 1850. Murbygninger fra før denne tiden er relativt sjeldne og bør behandles som særtilfeller. Bygninger av den typen bladet omtaler, finnes først og fremst i Bergen, Oslo, Trondheim og Ålesund (pga. Ålesunds brann i 1904), men forekommer også i andre byer som har vært rammet av større branner.

03 I motsetning til for trebebyggelse har bygningsbestemmelser hatt stor innflytelse på utformingen av murhus. Før 1924 var det spesielle lover og vedtak for forskjellige byer. De viktigste var for

– *Kristiania*: bygningslover av 1827, 1875 og 26. mai 1899

– *Bergen*: bygningslov av 19. april 1888 (det ser også ut til å ha foreligget eldre lover)

– *Trondheim*: bygningslov av 1845 (med murtvang) og 11. juni 1906

– *Andre byer*: generell lov av 6. september 1845, revidert 19. mai 1860. Supplert med andre lover etter hvert. Samlet og modernisert i lov av 1896.

Den såkalte murtvangsloven ble innført 19. mai 1904. Den gjennomførte murtvang i samtlige byer dersom det ikke ved vedtekt ble bestemt noe annet.

I og med bygningsloven av 1924 ble det ens bestemmelser for hele landet. Til tross for de mange forskjellige lovene og forskriftene har murbebyggelsen i de forskjellige byene svært mange fellestrekk når det gjelder bærende konstruksjoner, brann- og lydtekniske forhold.

04 Det vises til følgende byggetaljeblad:

– A 521.702 Eldre bygningsfundamenter og grunnmurer. Metoder og materialer

– A 523.312 Etterisolering av betong- og murvegger

– A 542.663 Maling på mur, puss og betong

– E 542.864 Skader på puss. Årsaker. Utbedringsmåter

1 MATERIALER**11 Teglstein**

Teglstein er laget i Norge fra midten av 1200-tallet. Steinene fra middelalderen var noe større enn dem som nå produseres, ca. 90 mm x 140 mm x 280 mm.

På 1500- og 1600-tallet var den norske teglsteinsproduksjonen liten. Typiske formater på importert tegl fra 1600- og 1700-årene var ca. 45 mm x 105 mm x 210 mm og 35 mm x 80 mm x 180 mm. Fra midten av 1700-tallet kom norsk produksjon i gang i større utstrekning. Fra ca. 1830 var steinformatet gjerne ca. 65 mm x 110 mm x 235 mm, dvs. mer lik moderne format (3 x h = l, mot tidligere 4 x h = l). I siste del av 1800-tallet fantes et rikt utvalg av spesialstein for dekorativt murverk, faset og profilert, ribbestein, støpt stein med figurer etc. Fra slutten av 1800-tallet kjenner en også eksempler på bruk av ubrent stein. Etterhvert ble teglstein produsert i forskjellige kvaliteter. På værutsatte steder og spesielt påkjente bygningsdeler kunne en benytte stein som var mer hardbrent, såkalt klinker.

12 Bindemidler

121 *Leire* har vært brukt i en del kistemurer og massivmurer. Leiren var ofte tilsatt dyrehår som senere har forsvunnet. Fordelene lå i at leiren var lett å få tak i og lett å arbeide med. På den andre siden trakk den fukt og mistet styrken, heftet dårlig til steinen og smuldret lett opp ved tining/frysing.

122 *Kalkmørtel* var tidligere det mest brukte bindemidlet. Lesket kalk ble blandet med grov sand, ofte i forholdet 1:2 eller 1:3, og tilsatt vann. Kalkmørtel hadde den fordel at den var relativt fleksibel og derfor kunne følge med i bevegelser i murverket uten å sprekke. Kalken var "åpen", slik at den bidro til uttørring av veggen. Heftstyrken er mindre enn sement, og mørtelen kan bidra til å suge opp fuktighet i veggen fra bakken. Herdetiden er lang.

123 *Sementmørtel* som først kom i bruk i større utstrekning mot slutten av 1800-tallet, har fordelen av stor styrke, gode heftegenskaper og liten evne til å absorbere eller transportere store fuktmengder. Selv om aldringsegenskapene er gode, er mørtelen uelastisk, og dette har ført til sprekker og andre skader ved bevegelser i konstruksjonen. Herdetiden er kort.

124 *Kalksementmørtel* har i stor grad vært brukt fra slutten av 1800-tallet. Mørtelen forener i noen grad egenskapene hos de to bindemidlene.

2 TEGLVEGGER

21 Generelt

Veggene, som fra begynnelsen ble murt massive, ble etterhvert erstattet av hulmurer. Fordelene med hulmurer var at uttørringen skjedde raskere. Dette var viktig, spesielt på steder med mye slagregn. Sjansene for frostskaider ble mindre og veggens varmeisolasjons-eвне bedre. Det er vanskelig å avgjøre hva slags konstruksjon som er benyttet uten å "åpne" veggen.

22 Veggtykkelser

221 Bærende frontvegger hadde vanligvis følgende tykkelse i 4-etasjes bygg:

- i 4. et. $1\frac{1}{2}$ stein (minimum tykkelse)
- i 3. et. $1\frac{1}{2}$ stein
- i 2. et. 2 stein
- i 1. et. 2 stein

Ved fem etasjer skulle nederste etasje ha $2\frac{1}{2}$ steins mur. Det var en forutsetning at etasjehøyden ikke oversteg 3,5 m. Dersom avstanden mellom avstivende tverrvegger oversteg 7 m, ble det anbefalt følgende veggtykkelser:

- i 4. et. $1\frac{1}{2}$ stein
- i 3. et. 2 stein
- i 2. et. $2\frac{1}{2}$ stein
- i 1. et. 3 stein

Dersom det ble benyttet hulmur, skulle de massive delene av veggen tilsvare kravene til tykkelse på massive vegger.

Tabell 221 viser omtrentlige veggtykkelser eksklusive puss og panel dersom det regnes 10 mm fuger.

Tabell 221

Tykkelse på teglmurer

Antall stein	Tykkelse (mm)
1	235
$1\frac{1}{2}$	360
$1\frac{3}{4}$ (hulmur)	435
2	485
$2\frac{1}{4}$ (hulmur)	560
$2\frac{1}{2}$ (hulmur)	610

Generelt sett ble det ikke tatt hensyn til vindusåpninger ved fastsettelse av veggtykkelse, men i loven av 1896 (se pkt. 03) het det at vinduer og dører sammenlagt ikke skulle være mer enn $\frac{2}{3}$ av veggens lengde.

222 Bærende innvendige vegger hadde normalt følgende tykkelse:

- i 4. et. $1\frac{1}{2}$ stein
- i 3. et. 2 stein
- i 2. et. 2 stein
- i 1. et. $2\frac{1}{2}$ stein

223 Avstivende tverrvegger ble murt i 1- eller $\frac{1}{2}$ -steins tykkelse gjennom samtlige etasjer.224 Ikke bærende utvendige gavler hadde normalt $1\frac{1}{2}$ steins tykkelse i de øverste to etasjene, mens de underliggende hadde 2 stein.225 Brann gavler skulle gå minst 0,3 m over tak. Innvendige gavler kunne være nede i 1 steins tykkelse, mens utvendige gavler hadde $1\frac{1}{2}$ stein. Felles gavlvegg for to eiendommer måtte ha 2 steins tykkelse. Treverk skulle ikke være nærmere ytterflaten enn 230 mm. Dersom bygningen lå nærmere nabogrunn enn 4 m, skulle

ytterveggen være min. $1\frac{1}{2}$ stein høyere enn taket. Hvis veggen lå nærmere nabogrense enn $2\frac{1}{2}$ m, var det ikke tillatt med åpninger.

226 Trapperomsvegger. Hovedtrapp skulle ha murte vegger i minst 1 steins tykkelse. Ved bitrapp kunne det benyttes trevegg.

23 Murtyper (Forband)

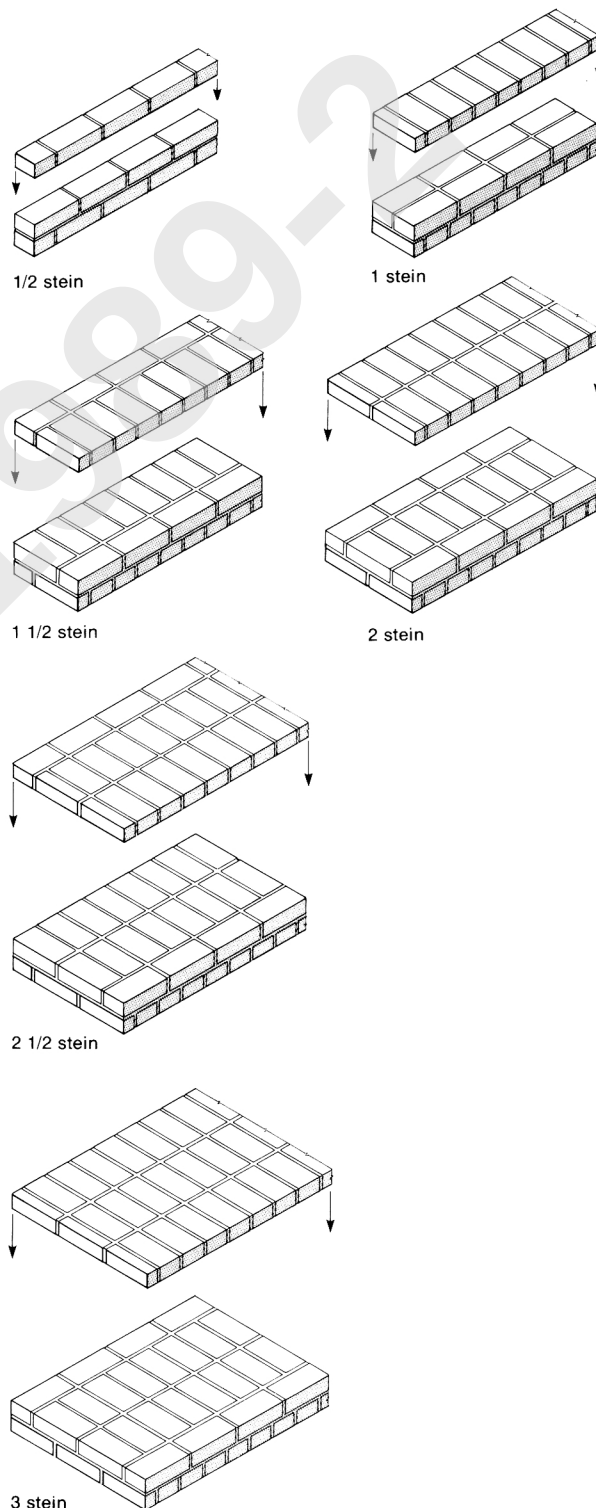
231 Massive vegger. Typiske forband for massive vegger i $\frac{1}{2}$ -, 1-, $1\frac{1}{2}$ -, 2-, $2\frac{1}{2}$ - og 3-steins tykkelse er vist i fig. 231.

Fig. 231

Typiske forband for massive teglvegger

232 *Trondhjemshulmur*. $1\frac{1}{3}$ -steins og $2\frac{1}{4}$ -steins Trondhjemshulmurer ble brukt i stedet for $1\frac{1}{2}$ -steins og 2-steins massivvegger. Hulrommene består av $\frac{1}{4}$ -steins kanaler i $\frac{1}{2}$ steins avstand. Trondhjemshulmur er også utført med to kanaler, se fig. 232.

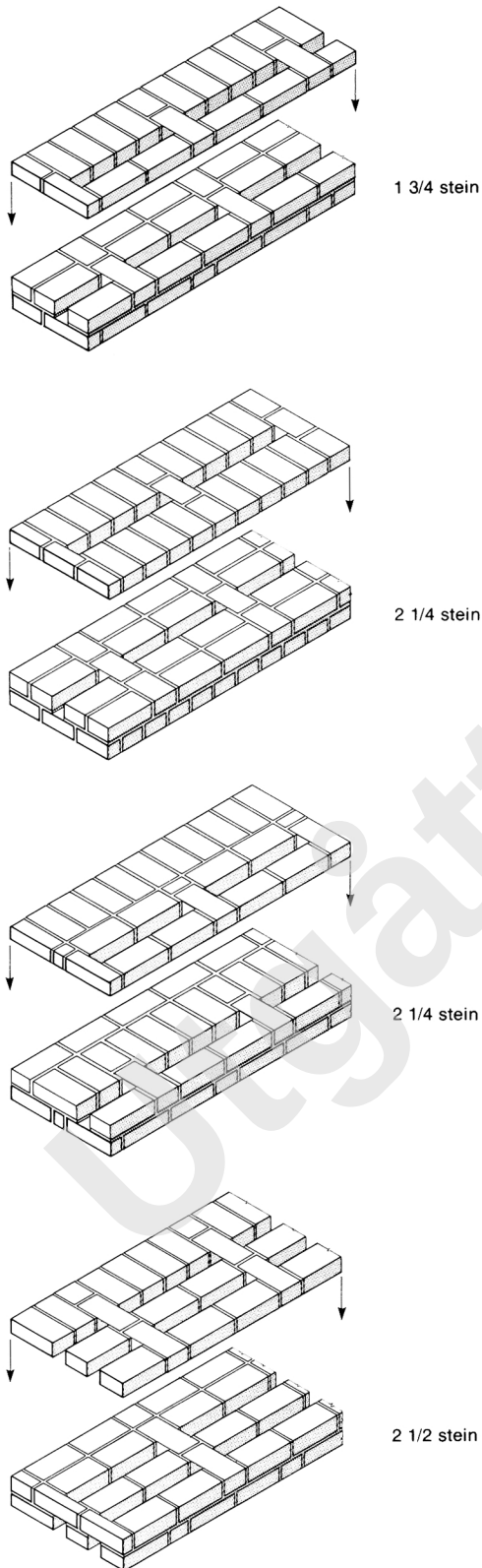


Fig. 232
Trondhjemshulmur

233 *Bergenshulmur* ble murt i pipeforband og erstattet massivmur uten tykkelsesøkning. Denne muren er derfor meget materialbesparende i forhold til massivvegg og Trondhjemshulmur, men er dårligere enn sistnevnte når det gjelder fukt- og varmeisolering. Dette skyldes Trondhjemsmurens større tykkelse og 1-steins ytre vange. Den vanlige utførelsen er to $\frac{1}{2}$ -steins vanger med mellomliggende hulrom av forskjellig dybde, se fig. 233. Bergenshulmur ble vanligvis utført med tre skift massivmur under bjelkelagene.

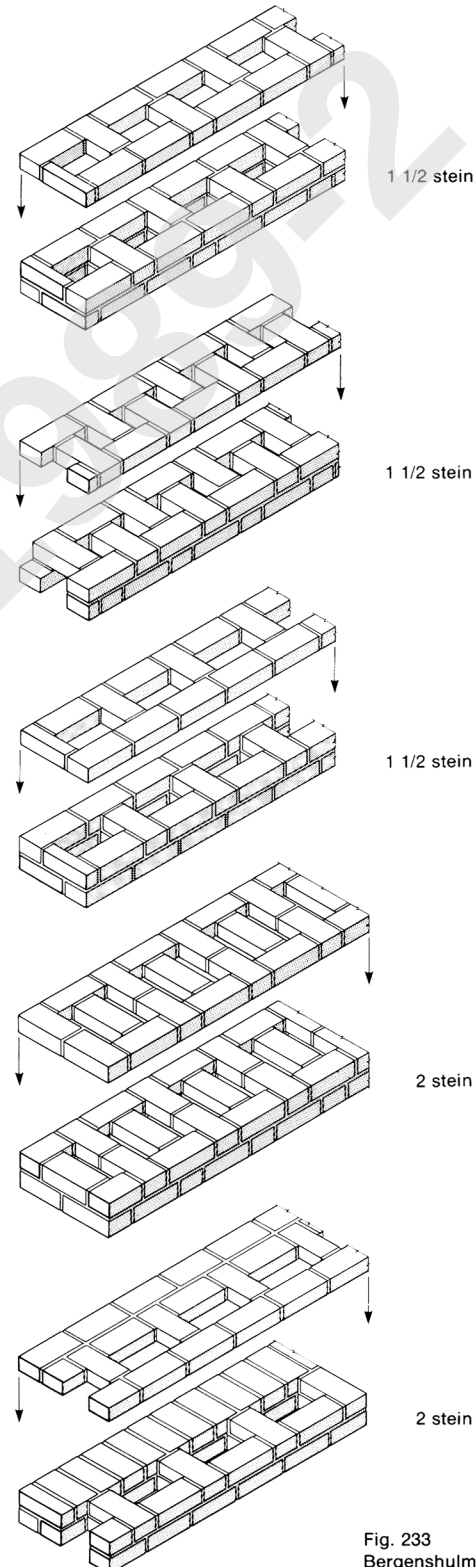


Fig. 233
Bergenshulmur

234 *Engelsk hulmur* ble etterhvert benyttet i mindre bygninger. Den bestod av to $\frac{1}{2}$ -steins vanger med hulrom mellom. Dersom det ble brukt bindere av stein, ble forbandet som vist i fig. 234 a (også kalt dansk hulmur). Bindere ble lagt inn i minst hvert 5. skift.

Bindere av stål ga mindre varmegjennomgang, men veggens isolerer allikevel dårlig pga. konveksjon i hulrommet. Bindere ble lagt inn med min. avstand 0,5 m i begge retninger. De skulle være min. 5 mm tykke, forsinket eller asfaltert, og ha slik form at de fikk godt feste i mørtelen. Ved større veggtykkelser ble innvendig vange murt tykkere.

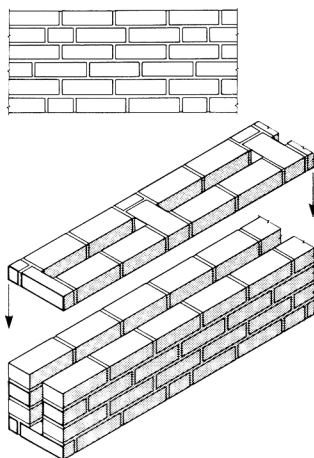


Fig. 234 a
Engelsk hulmur med bindere av stein

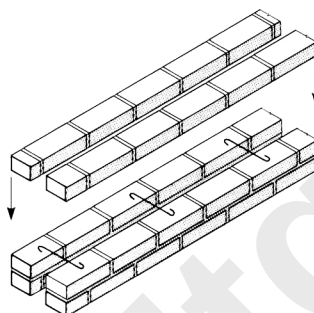
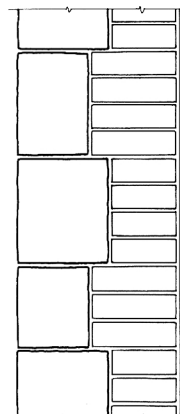


Fig. 234 b
Engelsk hulmur med bindere av stål

235 *Mur med natursteinsforblending*. Utvendig forblending av naturstein har vært benyttet en god del på mer påkostede bygninger, dels på spesielt utsatte partier av fasaden, dels som rent dekorative elementer. Det er også mange eksempler på at større partier eller hele fasader er kledd med naturstein.

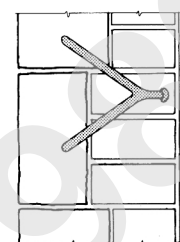
Natursteinen ble vanligvis lagt opp sjikt for sjikt og bakmurt med teglstein. Der det var mulig, ble steinkledningen murt i forband med bakenforliggende murverk. Fig. 235 a. Forbandet ga ikke alltid god nok sammenbinding, og det ble derfor ofte benyttet spesielle bindhaker med visse mellomrom. Fig. 235 b.

Natursteinen ble lagt opp med kiler mens teglstensmuren bak kunne få setninger under oppmuring. Det var derfor viktig å velge en mørtel til murarbeidet som ga minst mulig deformasjon og rask herdetid.

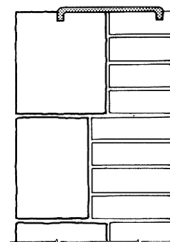


Vertikalsnitt

Fig. 235 a
Bakmuring i forband med natursteinskleddning



Horizontalsnitt



Vertikalsnitt

Fig. 235 b
Innfesting av naturstein med bindhaker

På yngre bygninger er det brukt tynnere plater av naturstein satt i mørtel mot underlaget og med hver enkelt stein festet med spesielle bindere.

24 Langankere

For å ta opp mindre setninger og bedre veggens stabilitet ble det lagt inn langankere over hver etasjes bjelkelag. Langankere ble ofte utført av $1\frac{1}{2}$ " x $\frac{3}{8}$ " flattjern og med en forankring (nål) av $\frac{7}{8}$ " rundtjern i hver ende og i veggkryss.

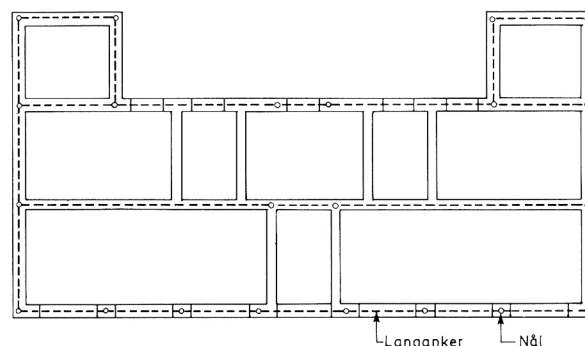


Fig. 24
Plassering av langanker

25 Tilslutninger

- 251 *Bjelkelag.* Hver tredje bjelke ble forsynt med murankere i begge ender. Fig. 251 a. Gavlvegger ble forankret over tre bjelker, som vist i fig. 251 b, med ca. 3 m mellomrom. Disse ankrene har stor betydning for veggens stabilitet. Ankrene kunne f.eks. lages av 10 mm x 50 mm flattjern. Enkelte ganger lot en ankeret gå tvers gjennom vegg og ga den synlige delen en dekorativ utforming. Dette var spesielt ved 1- steins tykke murer, se fig. 251 c.

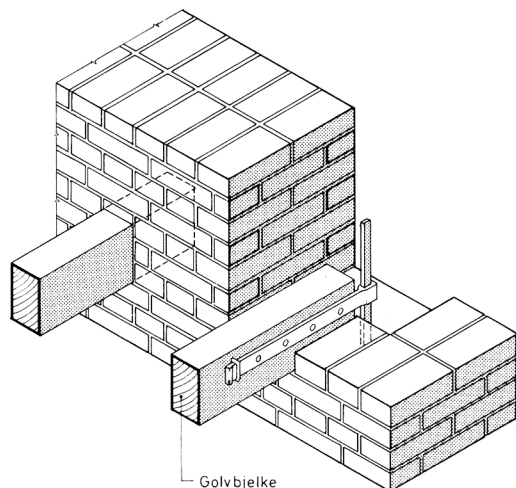


Fig. 251 a
Forankring av bjelkelag til langvegg

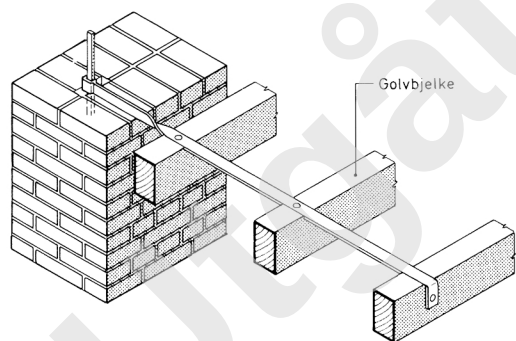


Fig. 251 b
Forankring av bjelkelag til gavlvegg

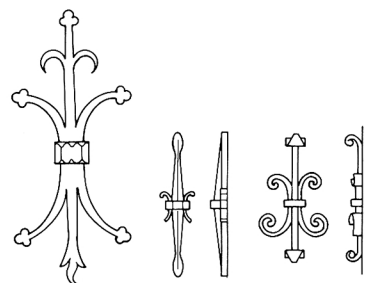


Fig. 251 c
Eksempler på synlige deler av bjelkeanker

Bjelkene ble lagt i utsparinger i murverket. Tidligere lærebøker advarte mot å la bjelkeendene komme i direkte berøring med mørtel. De skulle heller ikke pakkes inn i papp, men ligge i et hull i murverket, omgitt av tørt innlagte teglstein for å hindre suging. Anleggsflaten for bjelkene skulle være min. 1 stein. Der det var avsatser i murverket, kunne en legge inn en svill som underlag for bjelkene.

I senere lærebøker fra begynnelsen av dette århundret beskrives imidlertid omvikling av bjelkehodene med asfaltpapp. Dels ble det også anbefalt å plassere koksgrus i hulrom foran bjelken for å øke temperaturen på dette stedet og derved oppnå bedre uttørkingsforhold. Fig 251 d.

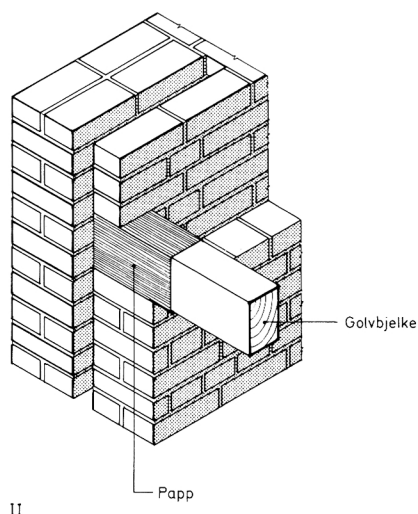
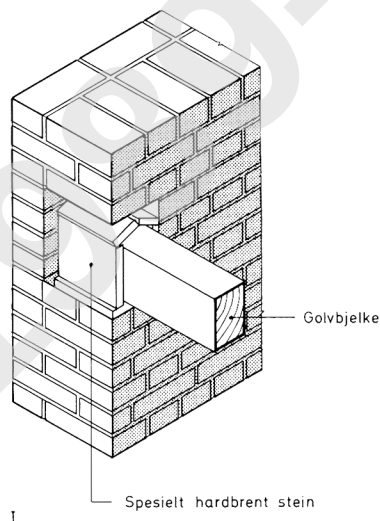


Fig. 251 d
Opplegg av bjelke i yttervegg
I. Tidlig beskrevet utførelse
II. Yngre utførelse

252 Tak. Loftsbjelkelaget og takkonstruksjonen hvilte ofte på en svill av hensyn til takkonstruksjonens sammenbinding og nøyaktighet. Typisk snitt ved tilslutning til tak er vist i fig. 252.

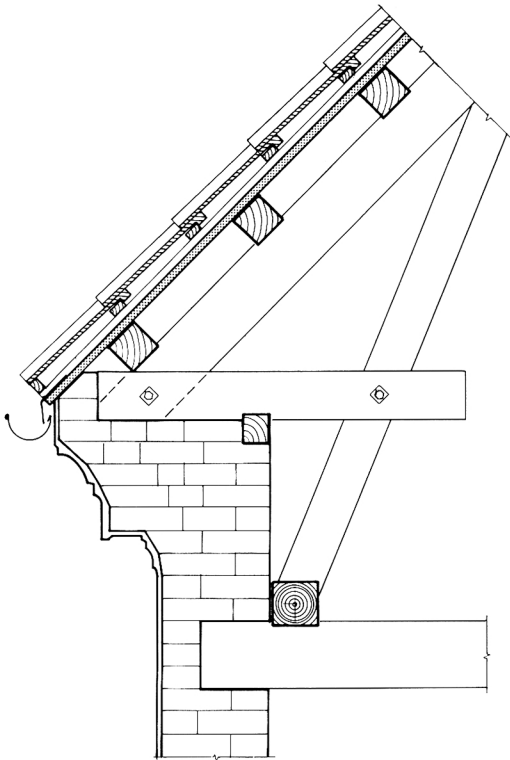


Fig. 252
Eksempel på tilslutning tak/murvegg (gesims)
Takkonstruksjonen er utformet spesielt for å hindre utpressing av muren.

253 Åpninger. Vindusinnsetting er vist i byggdetaljblad A 523.706. Til feste av vinduer og dører ble det på begge sider av åpningen murt inn minst to treklosser på størrelse med en vanlig teglstein. Alternativt ble det slått inn kiler i fuger hvor mørtelen var utelatt. Over åpninger var det vanlig å legge inn stålbjelker slik at en kunne mure mellom og rundt dem. Bjelkeprofil og antall bjelker ble bestemt på grunnlag av åpningsbredde og laster. Fig. 253 a viser eksempler på overdekninger med bjelker.

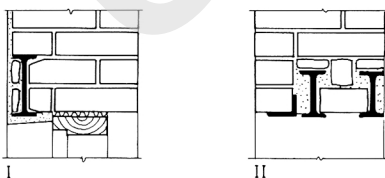


Fig. 253 a
Åpning forsterket med stålbjelke
I. Pusset fasade
II. Fugert fasade

Samtidig med at armert betong kom i bruk ble det også mer vanlig å forsterke vindusåpninger med armering. Armeringen kunne legges direkte inn i murverket som vist i fig. 243 b, eller en kunne benytte armerte betongbjelker.

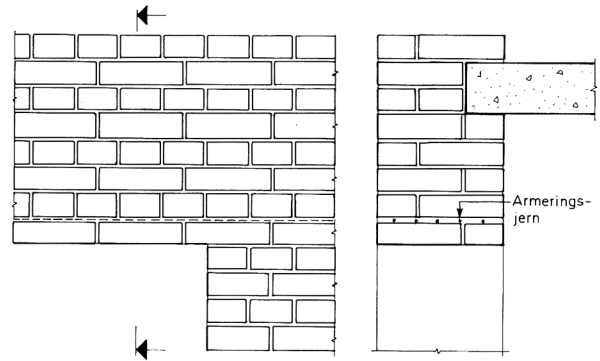


Fig. 253 b
Åpning i murvegg forsterket med armering

Historisk har forsterkninger over åpninger vært utført ved hjelp av buer i en rekke forskjellige former avhengig av bredden på åpningen, stilperiode osv.

I vanlig bebyggelse ble vanlig vindusoverdekning utført som såkalt "rett bue". Slike overdekninger bygger på den klassiske hvelvteorien, men er murt med rettlinjert underkant og kileformet stein slik at fugene konvergerer mot et punkt i vinduets midtakse. Metoden kunne bare brukes ved mindre spennvidder. Fig. 253 c. Kilbuen er også blitt brukt en del, f.eks. over dør- og portåpninger. Fig. 253 d.

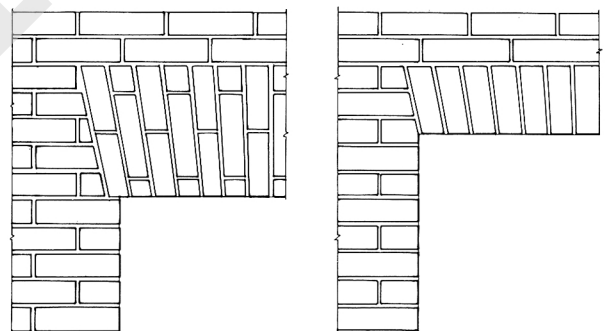


Fig. 253 c
Eksempler på "rette buer" over åpninger i murvegg

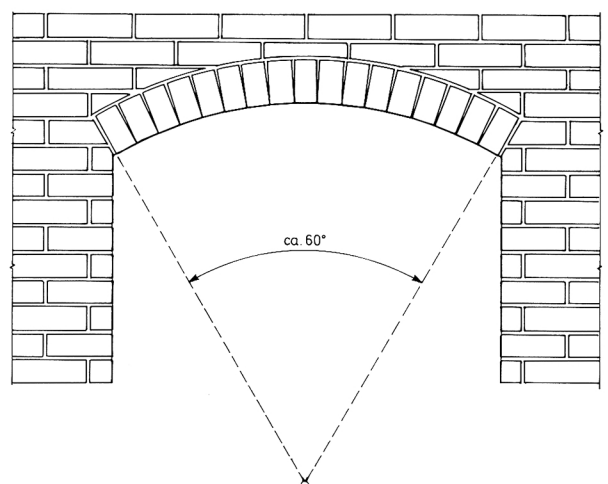


Fig. 253 d
Eksempel på kilbue

26 Utvendig overflatebehandling

Muren kunne enten fuges eller pusses. Ved fugging ble det stilt strengere krav til synlig stein enn til dem som ble benyttet i muren forøvrig. Til puss ble det opprinnelig benyttet ren kalkmørtel. Mot slutten av forrige århundre ble det etterhvert vanlig å benytte sementtilsetning for å gi en sterkere puss.

Dels av dekorative, dels av konstruktive hensyn ble fasaden utstyrt med vertikale lisener og horisontale gesimser og bånd mellom etasjene. Overflatebehandlingen varierer imidlertid med tid, stil og formål. Slike forhold er ikke behandlet i dette bladet.

27 Innvendig overflatebehandling

Veggene kunne enten paneles eller pusses. I oppholdsrom i boliger var veggene nesten alltid bordkledd og malt eller hadde strie og tapet. Spikerslag til panelet ble festet til innmurte klosser eller lekter. Bak ev. panel var det et hulrom som ofte sto i forbindelse med utføringen rundt vinduet og via bjelkelaget med etasjene over og under. Dette forholdet er svært ugunstig for brannspredning samt lyd- og varmeisolasjon.

3 ANDRE VEGGTYPEN

31 Betongvegger

311 *Ca. 1860-1900.* Betong slik vi i grove trekk kjenner den i dag, ble først brukt i 1860-årene etter at produksjon av Portlandement startet i 1855. Betongen ble ikke armert og fikk relativt liten anvendelse i Norge. Den ble anbefalt brukt på steder med store værpåkjenninger, f.eks. fyrtårn o.l. Det ble benyttet manuell blanding på brett, og kvaliteten har antagelig vært svært varierende. Over åpninger ble det benyttet buer og hvelv på samme måte som for murverk.

312 *Ca. 1900-.* Etter hvert kom armerte betongvegger i mer vanlig bruk i yttervegger. Rent statisk kunne slike vegger gjøres svært tynne, men fra 1928 inneholdt byggeforskriftene bestemmelser om at bygninger for varig opphold skulle ha yttervegg med min. 150 mm tykkelse. Beregning av armering ble gjort etter gjeldende Norsk Standard. Armeringen kunne legges på begge sider eller i veggmidte. Fig. 312. For å hindre riss i hjørner ble det lagt inn spesiell skråarmering.

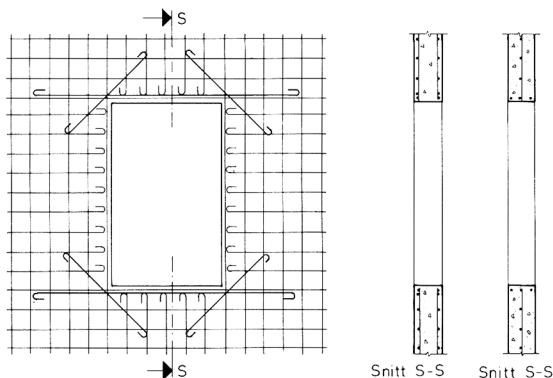


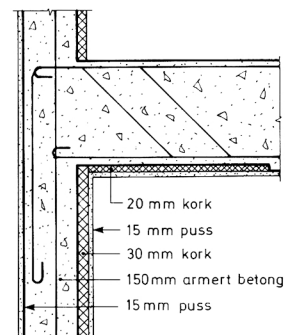
Fig. 312

Veggarmering alternativt plassert på hver side og i midten

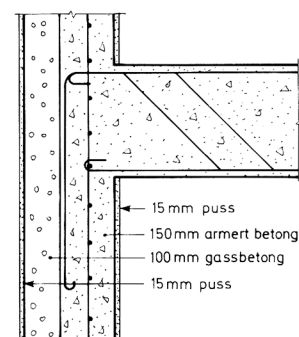
Uarmert betong ble også brukt i noen grad. En måtte da bruke samme regler som gjaldt for vegger av betonghullstein, bl.a. med veggtykkelse min. 250 mm. Se pkt. 33.

313 *Varmeisolasjon.* Bruken av betong i vegger gjorde det nødvendig med spesiell varmeisolasjon. De eldste betongveggene ble isolert på innsiden. Plater av ekspandert kork var et vanlig isolasjonsmateriale, og også en stripe av betongdekket ble isolert med kork for å unngå de verste kuldebroene som er et spesielt problem ved innvendig isolerte betongvegger. Forskriftene av 1928 fastsetter en tykkelse på min. 30 mm. Et annet isolasjonsmateriale var plater av treullsement. Både kork og treullsementplater ble faststøpt og pusset innvendig. Fig. 313.

Ekspandert kork har en λ -verdi på 0,04-0,05. Sementtreullplater har λ -verdi på ca. 0,08. Senere kom lettbetong som isolasjon og ble nokså dominerende fra midten av 50-årene. Først kom blokker av gassbetong, senere også blokker av lettklinkerbetong. Med disse materialene ble det etterhvert også vanlig med utvendig isolerte betongvegger, med utvendig puss på isolasjonsmaterialet. Denne løsningen gjorde at kuldebroene ble ivaretatt på en langt mer betryggende måte enn det var mulig med innvendig isolasjon. Fig. 313.



I



II

Fig. 313

Snitt av betongvegger med faststøpt isolasjon

I. Med innvendig isolasjon

II. Med utvendig isolasjon

32 Ålesundsmur

Veggene ble utført ved at det utvendig ble satt opp en forskaling. Mot denne ble det murt med små flate stein i sementmørtel (f.eks. 1:4). Muren skulle ha samme tykkelse som tilsvarende teglvegger. På høye bygninger ble det av og til benyttet dobbel forskaling. Som isolasjon ble det bl.a. brukt innvendig trepanel på lekter festet til innstøpte spikerklosser. Betegnelsen Ålesundsmur er senere brukt for vegger av fuget naturstein med bakvegg av betong eller tegl.

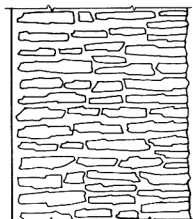


Fig. 32
Snitt av Ålesundsmur

33 Vegg av betongstein

I perioden etter 1. verdenskrig kom det i stand produksjon av en rekke typer betonghullstein (kalt sementstein) med forskjellig geometrisk utforming. Felles for disse var at de hadde større og mindre hulrom eller kanaler som skulle bedre veggens varmeisolerende evne. Mur av slik stein skulle være minst 250 mm tykke. Det er eksempler på at betonghullstein er murt i forband med tegl eller innstøpt bak betongvegger. Det ble også benyttet en massiv betongstein, såkalt "Nopsa"-stein i teglformat, som ble murt i hulmurforband med steinen stående på kant. Murt med 3/4-steins bindere ble denne veggen ca. 290 mm tykk. For å bedre isolasjonsevnen kunne hulrommet fylles med et isolasjonsmateriale, f.eks. torv, koksslagg eller bimsgrus. Hulrommet mot innsiden av rommet ble da gjort bredere ved å bruke 1-steins binder, fig. 33.

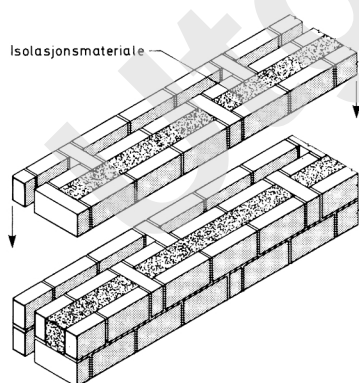


Fig. 33
Eksempel på bruk av "Nopsa"-stein

4 HENVISNINGER

- 41 Bladet er utarbeidet av Knut Ivar Edvardsen. Redaksjonen avsluttet april 1984.