

**MURKATALOGEN
1998**

Anvisning P4

**Mål, forband
og buer**



**murbransjens forsknings-
og informasjonskontor**

**Mur-Sentret
Forskningsvn. 3b
P.b. 53 Blindern
0313 OSLO**

**Tlf. 22 93 07 60
Faks 22 60 11 92**

INNHold

1. Murmaterialenes dimensjoner	3
1.1 Generelt	3
1.2 Teglstein	3
1.3 Lett-tegl	3
1.4 Lettklinkerblokker	3
1.5 Porebetongblokker	4
1.6 Kalksandstein	4
2. Modulplanlegging	5
2.1 Generelt	5
2.2 Teglmurverk	5
2.3 Lett-tegelmurverk	6
2.4 Lettklinkerbetongmurverk	7
2.5 Porebetongmurverk	7
3. Mursteinsforband	8
3.1 Terminologi	8
3.2 Løperforband	8
3.3 Munkeforband	8
3.4 Valg av forband	8
3.5 Forskjellige forbandtyper	9
3.6 Forbandtoleranser	15
3.7 Spesielle hensyn	15
4. Forband i blokkmurverk	16
4.1 Generelt	16
4.2 Muligheter med blokkforband	16
5. Murte buer	18
5.1 Grunnlag	18
5.2 Forskjellige buetyper	18
5.3 Overdekninger	19

Forord

Denne revisjon av Murkatalogens prosjekteringsanvisning P4 fra 1988 gir en oppdatert oversikt over dimensjoner på vanlige murmaterialer og deres respektive muligheter for modulbygging. Revisjonen har også tatt sikte på å gi en detaljert presentasjon og regler for muring av vanlige og mer spesielle forbandtyper for tegl- og blokkmurverk, samt en generell presentasjon av forskjellige former for murte buer.

Mønstermuring og relieffmuring er imidlertid mer komplekse former for muring og ikke dekket i denne prosjekteringsanvisning.

Anvisning P4 er revidert av sivilingeniør Morten Langvik, Mur-Sentret.

Litteraturliste:

Holmgren, Landmark og Vesterlid: Husbygging bind 2, Aschehoug & Co, 1949

Naur Klint: Teglstensmurverk, Universitetsforlaget, 1968

Rolf Ulfstein: Fagtegning for murere, Universitetsforlaget, 1972

Knud Erik Thurøe Hansen: Teglinformasjon nr 3 om Murmål, 1975

K.M. Viestad: Byggeteknisk fagleksikon, Universitetsforlaget, 1980

Brosjyre: Brick Arches, Istock Building Products Ltd, 1986

C.J. Stolze Møller: Murstensforbandter, Erhvervsskolernes Forlag, 1996

1. Murmaterialenes dimensjoner

1.1 Generelt

Murmaterialenes dimensjoner bør være kjent ved bestemmelse av den byggemodul som prosjekteringsarbeidet skal legge til grunn. I dette kapittelet er dimensjonene til de vanligste murmaterialene presentert. Formatene er presentert på formen lengde x bredde x høyde.

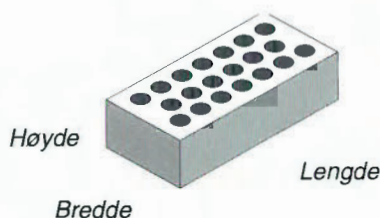
Materialeegenskapene for de respektive murprodukter er presentert i egne anvisninger, og forøvrig omtalt i følgende norske standarder:

NS 3000	Teglstein
NS 3012	Betonghullblokk
NS 3013	Betongmurstein
NS 3016	Gassbetong (trykkerdet lettbetong)
NS 3017	Lettklinkerbetong

Det finnes imidlertid en rekke stein- og blokktyper på det norske markedet utover de som er standardisert i Norsk Standard. Eksempel på dette er norskprodusert teglstein i rehab-format og importert kalksandstein i ulike stein- og blokkformater.

1.2 Teglstein

Normalformatet på norsk teglstein er 228 mm x 108 mm x 62 mm, se figur 1.2. Andre vanlige formater er angitt i tabell 1.2.1. Teglstein leveres som massiv stein eller som hulltegl med 20-25 % hullandel. På ordreproduksjon leveres også en rekke spesialformater med avrundede eller skrå hjørner.



Figur 1.2 Teglsteinsformat

Format (mm)	Lengde	Bredde	Høyde
Norsk normal	228	108	62
Norsk rehab	228	87	62
Svensk M87	287	87	87
Finsk MRT85	285	85	85

Tabell 1.2.1 Vanlige teglsteinsformater

Tillatt målavvik for middel av 10 stein iht NS 3000 er gitt i tabell 1.2.2:

Format	maks	min
Standard lengde 228 mm	+ 2 mm	- 6 mm
Standard bredde 108 mm	+ 1 mm	- 5 mm
Standard høyde 62 mm	+ 1 mm	- 3 mm

Tabell 1.2.2 Tillatt målavvik for teglstein

1.3 Lett-tegl

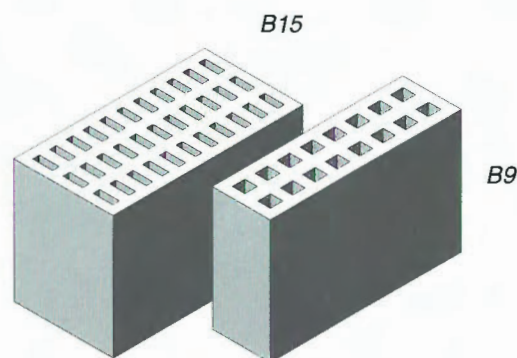
Lett-tegl består av samme grunnmateriale som vanlig teglstein, men har 20-30 % lavere egenvekt.

Lett-tegl produseres som blokk i to hovedformater som betegnes B9 og B15, jfr. tabell 1.3.

Blokkenes mål inklusive 13 mm mørtelfuge er tilpasset normale byggemål. Byggemålene for lett-tegl blir således 300 mm i lengden og 200 mm i høyden. Figur 1.3 illustrerer blokker av lett-tegl.

Format (mm)	Lengde	Bredde	Høyde
B9	287	88	187
B15	287	148	187

Tabell 1.3 Vanlige lett-teglformater



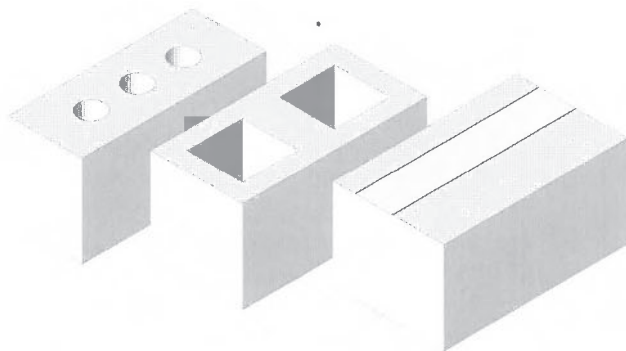
Figur 1.3 Blokktyper av lett-tegl

1.4 Lettklinkerblokker

Normalformatet på lettklinkerblokker er 500 mm x bredde x 250 mm. Figur 1.4 viser blokktyper av lettklinker. Bredden varierer fra 75 mm til 300 mm, og er avhengig av blokktype og densitet. Det leveres også spesialprodukter som U-blokker, konstruksjonsblokker og lydskilleblokker, se tabell 1.4. Tillatt målavvik iht NS 3017 for blokker av lettklinkerbetong er tilvirkningsmål ± 3 mm.

Format (mm)	Lengde	Bredde	Høyde
Hullblokk	500	150-300	250
U-blokk	250	150-300	250
Spesial	500	100	200
Finblokk	500/490	250/125	250/190
Isoblokk	500	250-300	250
Iso rehab	500	125	250
Lydskilleblokk	250	175/250	250/175
Konstr.blokk	500	250	250

Tabell 1.4 Vanlige formater for lettklinkerblokker



Figur 1.4 Blokktyper av lettklinkerbetong

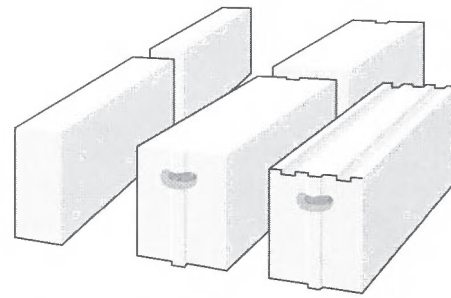
1.5 Porebetongblokker

Gassbetong (trykkherdet lettbetong) omtales her som porebetong. Normalformatet på blokker av porebetong er 625mm x bredde x 250mm. Figur 1.5 viser de vanligste formater for porebetongblokker. Bredden varierer fra 50 mm opp til 400 mm, og er avhengig av blokktype og densitet, se tabell 1.5. Standardblokker leveres med not og fjær. Det leveres også spesialprodukter som U-blokker, bjelker for overdekninger samt storblokk med lengde 1000 mm.

Tillatt målavvik iht NS 3016 for blokker av porebetong er tilvirkningsmål ± 1 mm.

Format (mm)	Lengde	Bredde	Høyde
Standard blokk	625	150-400	250
Slett blokk	625	50-150	250
U-blokk	500	150-400	250
Bjelke	1250-3500	75-400	250
Storblokk	625-1000	100-400	500-625

Tabell 1.5 Vanlige formater for porebetong



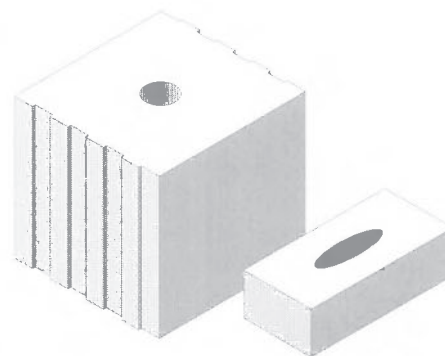
Figur 1.5 Blokktyper av porebetong

1.6 Kalksandstein

Kalksandstein for muring finnes i mange forskjellige formater både for stein og blokkmuring, jfr tabell 1.6. Noen av disse lagerføres i Norge. Stein leveres normalt med glatte kanter mens blokk og små elementer leveres med fortanning i stussen. Figur 1.6 viser de vanligste kalksandstein-formatene.

Format (mm)	Lengde	Bredde	Høyde
Stein	240	115	52-113
Blokk	240	175	113
Blokk	250	240	113
Blokk	250	115-240	238
Blokk	500	115-300	249

Tabell 1.6 Vanlige formater for kalksandstein



Figur 1.6 Forskjellige kalksandsteinsformater

2. Modulplanlegging

2.1 Generelt

En byggemodul (1M = 100 mm) er den grunnleggende lengdeenhet i modulsamordningen for byggeindustrien. Modulmålet angir hele multipler av byggemodulen. Begrepene omfattes av NS 1000 «Modulsamordning i byggeindustrien», samt NS 1001 «3M-planmodul for horisontale mål i råbygg».

For bygget som helhet kan det være aktuelt å benytte et globalt modulnett basert på 3M-planmodul, mens murverket kan planlegges med eget modulnett tilpasset formatet på de enkelte murproduktene (murmodulsystem). Overordnet bruk av 3M-planmodul og parallell bruk av eget murmodulsystem er relativt enkelt å samordne i praksis, jfr. figur 2.2.1.c. Dette har sammenheng med bruk av små enheter og muligheter for justering av fugetykkelsen.

Prosjektering av bygget blir enklere dersom man også knytter detaljene opp mot et modulsystem. I de følgende underpunkter er det gitt anvisninger for tilpassing av murverk til et slikt modulsystem.

Norsk standard NS 3420 gir toleranser for murverk som det er viktig å kjenne til ved modulprosjektering. Prosjekteringen bør også ta hensyn til måltoleranser (tillatt målavvik) på de forskjellige murproduktene.

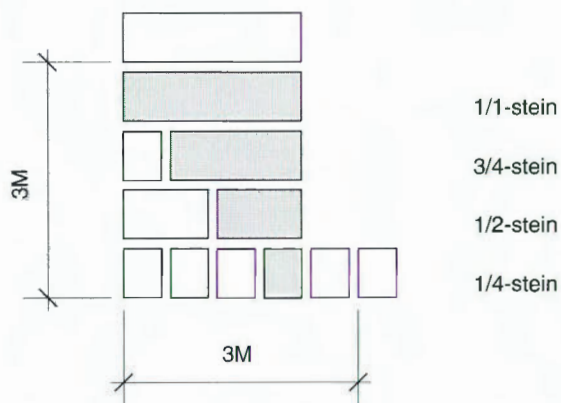
Murverket består av stein/blokk og mørtel. For å binde de enkelte enheter sammen og gi konstruksjonen den nødvendige bæreevne, må en mure etter et bestemt mønster - det såkalte forband. Forband bygges opp med skiftvis overlapp av hver enkelt stein/blokk på minst 1/4 enhetslengde. Dette gir sammenbinding av murverket.

2.2 Teglmurverk

Teglstein med normalformat 228 x 108 x 62 mm deles vanligvis inn i fire forskjellige lengdeenheter:

1/1 stein	= 228 mm
1/4 stein + fuge + 3/4 stein = 48 + 12 + 168	= 228 mm
1/2 stein + fuge + 1/2 stein = 108 + 12 + 108	= 228 mm
4 x 1/4 stein + 3 fuger = 4x48 + 3x12	= 228 mm

Dette innebærer at teglsteinsmodulen på 48+12=60 mm svarende til 1/4 stein + 12 mm normal mørtelfuge er tilpasset en 3M-planmodul. Tilsvarende gjelder for vertikale mål der



Figur 2.2 Inndeling av teglstein i modulformater

steinhøyde på 62 mm og normal mørtelfuge på 13 mm gir normal skifte høyde på 75 mm.

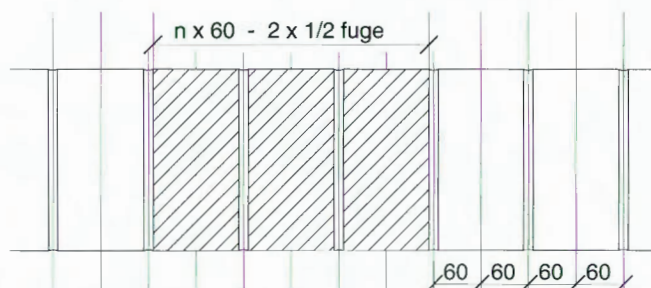
For horisontale mål: 5 x teglsteinsmodul = 3M.

For vertikale mål: 4 x teglsteinsmodul = 3M, se fig. 2.2.

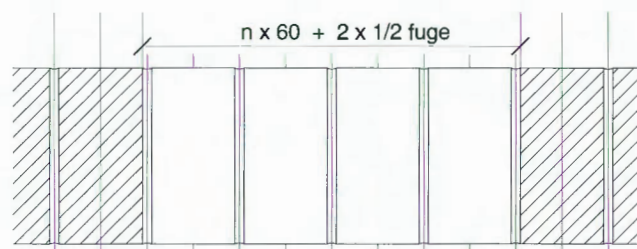
2.2.1 Horisontale mål

Ved planlegging av en teglvegg bør det målsettes med et helt antall teglsteinsmoduler (å 60 mm) for å kunne få et godt forband. Bredden på en pillar eller søyle og bredden på en utsparing bør tilpasses slik:

- Horisontalt murmål for pillar = $n \times 60$ mm minus en fugetykkelse
 - Horisontalt murmål for utsparing = $n \times 60$ mm pluss en fugetykkelse
- der n er antall teglsteinsmoduler, jfr. 2.2.1.



Figur 2.2.1.a Murmål for pillar (mm)



Figur 2.2.1.b Murmål for utsparing (mm)

Ved angivelse av murmål på tegninger skal, med mindre annet er spesifisert, stussfugetykkelsen forutsettes å være 12 mm. Når teglsteinsmodulen er satt til 60 mm kan tabell 2.2.1 være til hjelp ved beregning av murmål under prosjekteringen.

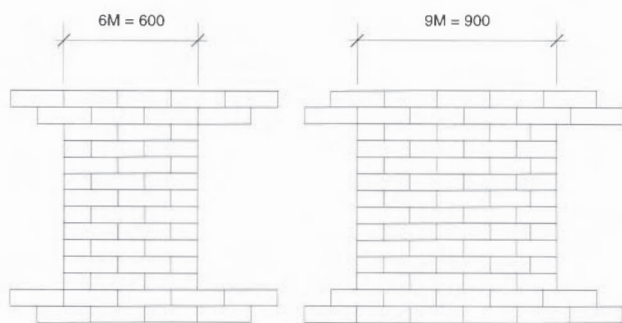
For lengdemål under ti meter benyttes kolonnen der metertallet står øverst. Tilpassing av murmål foretas ved å velge det millimetertall i kolonnen som passer best til det ferdige bygg.

For lengdemål over ti meter benyttes tverrsummen av det hele metertall og man velger tall i den aktuelle kolonne. Tilpassing av murmål foretas ved å velge det millimetertall i kolonnen som passer best til det ferdige bygg.

meter	0, 3, 6, 9	1, 4, 7	2, 5, 8
	0	20	40
	60	80	100
	120	140	160
	180	200	220
	240	260	280
	300	320	340
	360	380	400
	420	440	460
mm	480	500	520
	540	560	580
	600	620	640
	660	680	700
	720	740	760
	780	800	820
	840	860	880
	900	920	940
	960	980	

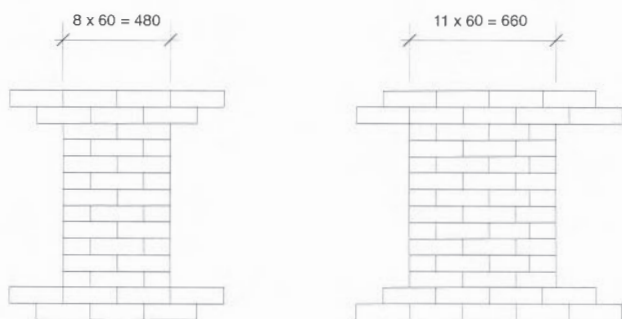
Tabell 2.2.1 Tilpassing av horisontale murmål

Eksempel: Det søkes etter nærmeste murmål til 32,45 meter i tabell 1. Tverrsummen av det hele metertall 32 er $3+2=5$. Tallet fem står øverst i høyre kolonne. I kolonnen finnes nærmeste millimetertall lik 460. Murmålet bør således angis som 32.460 millimeter.



Murmodul med like multipla av planleggingsmodulen 3M (6M, 12M osv.) kan gi 1/2-steps falsavslutning

Murmodul med ulike multipla av planleggingsmodulen 3M (3M, 9M osv.) gir 3/4-steps avslutning



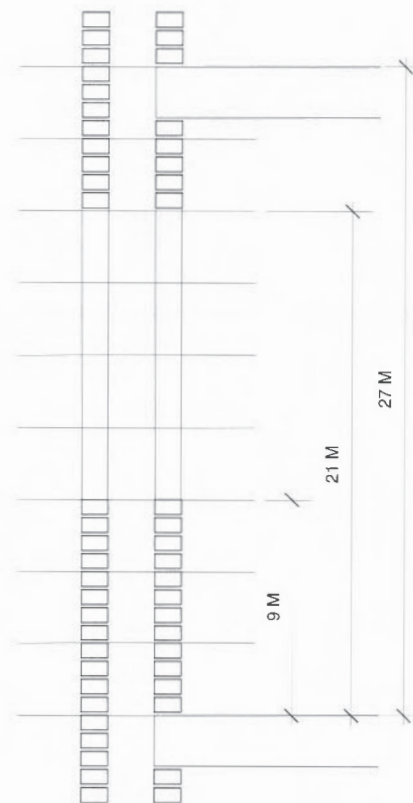
Murmodul med like multipla av teglsteinsmodulen 60 mm (120, 240 osv.) kan gi 1/2-steps falsavslutning

Murmodul med ulike multipla av planleggingsmodulen 60 mm (60, 180 osv.) gir 3/4-steps avslutning

Figur 2.2.1.c Tilpassing av 3M-planmodul og teglsteinsmodul ved utsparing

2.2.2 Vertikale mål

Murverkets vertikale mål deles vanligvis inn i skiftehøyder, dvs steinmål + fugetykkelse. Normal skiftehøyde er således $62 + 13 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$. Figur 2.2.2 viser hvordan denne skiftehøyden er tilpasset normale konstruksjonshøyder i en yttervegg. Brystningshøyde på 0,9 m blir 9M, dørhøyde på 2,1 m blir 21M og etasjehøyde på 2,7 m blir 27M.



Figur 2.2.2 Vindus- og etasjehøyde basert på skiftehøyde 75 mm og en vertikal planleggingsmodul på 3M (= 4 x 75 mm)

2.3 Lett-teglmurverk

Blokker av lett-tegl kan inndeles i følgende enheter:

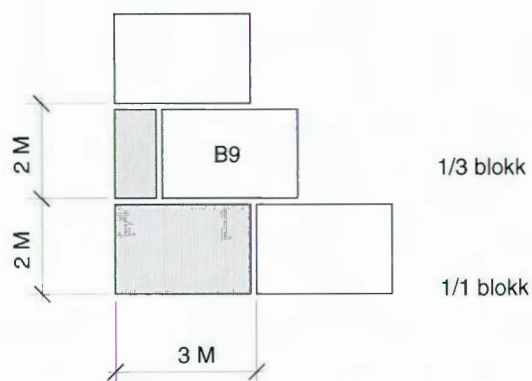
$$\begin{aligned}
 1/1 \text{ blokk} &= 287 \text{ mm} \\
 1/3 \text{ blokk} + \text{fuge} + 2/3 \text{ blokk} &= 87 + 13 + 187 = 287 \text{ mm} \\
 1/2 \text{ blokk} + \text{fuge} + 1/2 \text{ blokk} &= 137 + 13 + 137 = 287 \text{ mm} \\
 3 \times 1/3 \text{ blokk} + 2 \text{ fuger} &= 3 \times 87 + 2 \times 13 = 287 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dette innebærer at blokkmodulen på $87+13=100 \text{ mm}$ sva- rende til $1/3 \text{ blokk} + 13 \text{ mm}$ normal mørtelfuge er tilpasset en 3M-planmodul. For vertikale mål med blokkhøyde på 187 mm og normal mørtelfuge på 13 mm gir dette normal skifte- høyde på 200 mm.

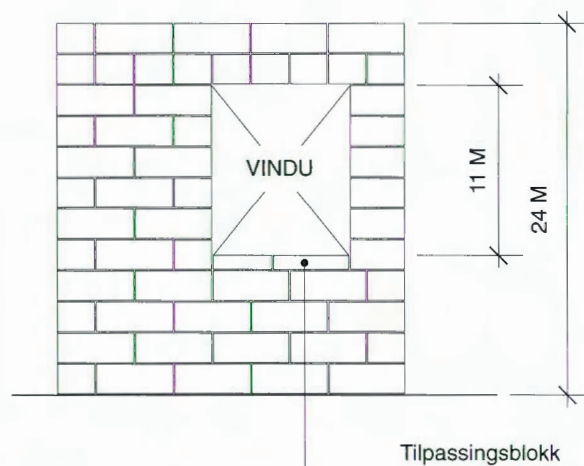
For horisontale mål: 3 x blokkmodul = 3M.

For vertikale mål: 3 x blokkmodul = 6M, se figur 2.3.

Tilpassing til standard brystnings- og dørhøyder på hen- holdsvis 9M og 21 M bør planlegges utført med 100 mm høy sokkel, før skiftemuring påbegynnes. Blokktype B9 vil natu- rlig mures i 1/3 forband horisontalt, da dette går opp i rettvin- lede hjørner uten tilhugging. Blokktype B15 vil oftere kreve tilpassing ved hjørner.



Figur 2.3 Muring med lett-tegl i 1/3 forband



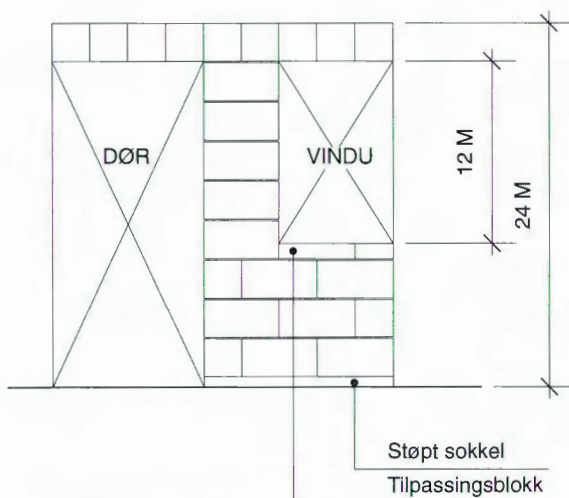
Figur 2.4.2 Planlegging av blokkmurverk med modulhøyde 2M

2.4 Lettklinkerbetongmurverk

Blokker av lettklinkerbetong mures ofte med 10 mm fuger horisontalt, og modulhøyden inkluderer alltid tykkelsen på horisontalfuger. Vertikalmålene blir således normalt $250 + 10 = 260$ mm. Modullengden horisontalt er normalt 500 mm + 10 mm ved bruk av fugemørtel i stussfuger. Finblokk med tilvirkningsmål 190×490 mm gir imidlertid modulmål $2M \times 5M$ (inklusive mørtelfuger).

Blokker av lettklinkerbetong er lette å tilpasse under muring, men det anbefales likevel å ta hensyn til blokkformatet, spesielt for høydemålene. For å få de ønskede høyder kan det i passende høyde legges inn skift av tynne formater murt på flask, se figur 2.4.1.

Tilpassing i lengderetning utføres enkelt ved at blokkene deles med øks, giljotin, klipper, vinkelsliper eller spesialsag. Ved fuget blokkmurverk til sprøytemaling eller slemming hvor blokkstrukturen forblir synlig, bør slik deling følgelig unngås i størst mulig grad.



Figur 2.4.1 Planlegging av blokkmurverk med skifthyde 260 mm

2.5 Porebetongmurverk

Blokker av porebetong mures med tynnfugelim i horisontalfuger og vanligvis uten fugemørtel/lim i vertikale fuger der standardblokkene er produsert med not og fjær. Modullengden er 625 mm, og modulhøyden er 250 mm. Det anbefales ofte å legge første skift i ordinær murtmørtel, og dette skift prosjekteres da med en høyde på $250 + 10 = 260$ mm. For øvrige skift, der tynnfugemørtel som oftest blir brukt, kan beregnes med modulhøyde på 251 mm.

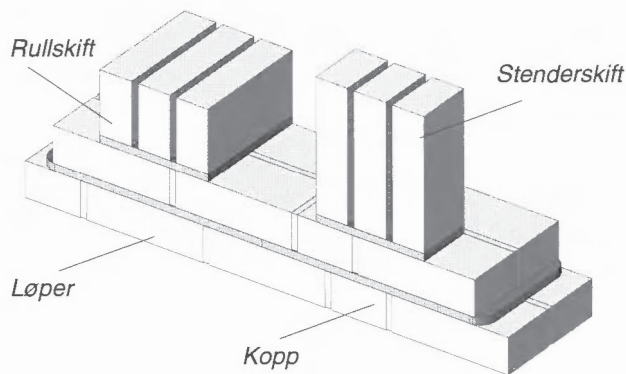
Blokker av porebetong er meget lette å tilpasse under muring. Dette utføres enkelt ved at blokkene deles med spesialsag. Det anbefales likevel å ta hensyn til blokkformatet pga utsparinger for vinduer og dører. For å få de ønskede høyder kan det i passende høyde legges inn skift av tynne formater murt på flask, etter samme prinsipp som for lettklinkerbetongmurverk, se figur 2.4.1.

3. Mursteinsforband

3.1 Terminologi

Hovedhensikten med muring i forband er vanligvis å oppnå et sterkere murverk. De vanligste forbandtyper ble utviklet i middelalderen og var beregnet på massivt murverk. De mest alminnelige veggtykkelser de seneste hundre år har vært 1/2-steins, 3/4-steins, 1/1-steins og 1 1/2-steins vegger.

Teglsteinen blir ofte betegnet etter hvordan den blir brukt i murverket. *Løper* kalles en teglstein som ligger med sin lengderetning parallelt med murverkets lengderetning. Et *løperskift* består således av stein med løpere. Ligger steinen på tvers kalles den for *binder* eller *kopp*. Et skift med bare kopper betegnes følgelig for *koppskift*. Ved vanlig muring legges steinen på *flasken*, dvs på sin største flate. Et *skift* består av et lag stein inklusive mørtelfuge. *Rullskift* er skift med stein på tvers vanligvis stående på sin løperside. *Stenderskift* er betegnelsen på parallelle løpere som normalt står vertikalt på sin kopp-side. Figur 3.1 illustrerer de forskjellige betegnelse som er nevnt over.

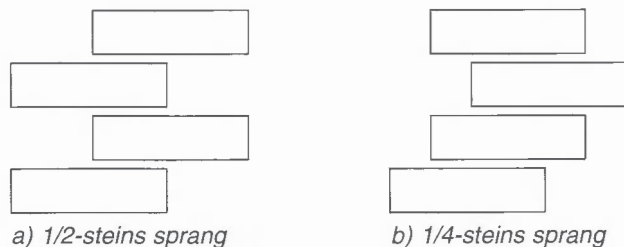


Figur 3.1 Steinens orientering i murverket

3.2 Løperforband

Dette er forband som særlig brukes til murvegger i 1/2-steins tykkelse. Murskiftene består av bare løpere.

Forskyvningen fra skift til skift i løperforband er vanligvis 1/2 stein, men forbandet kan også varieres med for eksempel 1/4-steins forskyvning, se figur 3.2.



Figur 3.2 Løperforband

Løperforband med 1/2-steins sprang er en praktisk betingelse for vertikalt armert murverk, og muliggjør montasje av vertikale armeringsstenger gjennom hull i teglsteinen (kanaltegl).

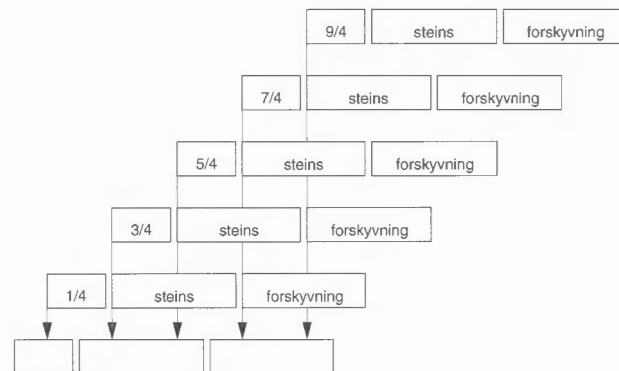
3.3 Munkeforband

Munkeforband er det eldste kjente mursteinsforbandet og ble brukt ved muring av massive vegger av minst 1-steins tykkelse, og ved muring av forblendingsmur eller fasademur utenpå murer av naturstein. Munkeforband er et murforband som består av en, to, tre eller flere løpere mellom hver kopp. Forbandet har navn etter koppene, som også ble kalt munker.

Forbandtypen kjennetegnes ved at et ordinært løperforband brytes opp med innlagte kopper. Koppene kan som nevnt legges inn i varierende antall innen det respektive skift, samt forskyves innbyrdes i forhold til underliggende skift. Et bestemt forband har ofte betegnelse etter antall skift før forbandmønsteret gjentar seg.

Rent umiddelbart synes det ikke som om det kan være mange variasjonsmuligheter i den enkle sammenstilling av to løpere og en kopp. I overgangen mellom to skift kan det imidlertid være en forskyvning på 1, 3, 5, 7 eller 9 kvartstein (=modulmål) ved bruk av to løpere og en kopp. Mellom første og andre skift eksisterer det således fem muligheter for innbyrdes plassering, jfr figur 3.3. For tredje skift finnes det igjen fem variasjoner i forhold til andre skift osv. Ved bruk av to løpere og en kopp vil mønsteret gjenta seg etter maksimum 10 skift. Innenfor en slik høyde finnes det imidlertid nesten to millioner muligheter for forskjellige skifteoverganger og vendinger.

Et munkeforband er ikke så rasjonelt i utførelse som et løperforband for 1/2-steins vegger. Det har allikevel en betydelig aktualitet fordi det gir gode visuelle virkninger og variasjonsmuligheter.



Figur 3.3 Forbandmuligheter

3.4 Valg av forband

NS 3420 definerer forband som murverksmønster hvor murstein/blokk i påfølgende skift er forbundet med minst 1/4 stein/blokk.

De forskjellige forbandtyper er blitt til med henblikk på utnyttelse til forskjellige former for yttervegger. Legger man vekt på overensstemmelse mellom forband og konstruksjon, må valget ved massiv mur falle på kryssforbandet og ved hulmur på løperforbandet. Kryssforbandets kopper gir uttrykk for massivitet og dermed styrke, mens løperforbandet bidrar til å understreke virkningen av letthet og bekledning.

De forbandtyper som særlig har interesse for muring av 1/2-steins teglmurverk er forskjellige typer løperforband og

dessuten munkeforband med et begrenset antall kopper. Dette har sammenheng med det merarbeid som ligger i å tilpasse/dele teglsteinen til bruk som kopper i isolerte 1/2-steins vegger. For slike vegger er gotisk forband med en koppandel på 33 % mindre egnet enn andre forband med flere løpere enn kopper. Dansk litteratur regner 20 % koppandel som velegnet for begge typer murverk. Den store forbandenhet (horisontallengde) ved to eller tre løpere pr kopp gjør imidlertid munkeforbandet vanskelig å tilpasse ved smale pillarer, se pkt 3.7.

Valg av forband kan ha betydning for murverkets bæreevne for opptak av horisontale laster ved dimensjonering etter bruddlinjeteori.

3.5 Forskjellige forbandtyper

Denne presentasjonen av forskjellige forbandtyper tar utgangspunkt i at over 90 % av all teglsteinsmurverk oppføres ved muring av vegger eller forblendinger som 1/2-stein vegg (t=108 mm).

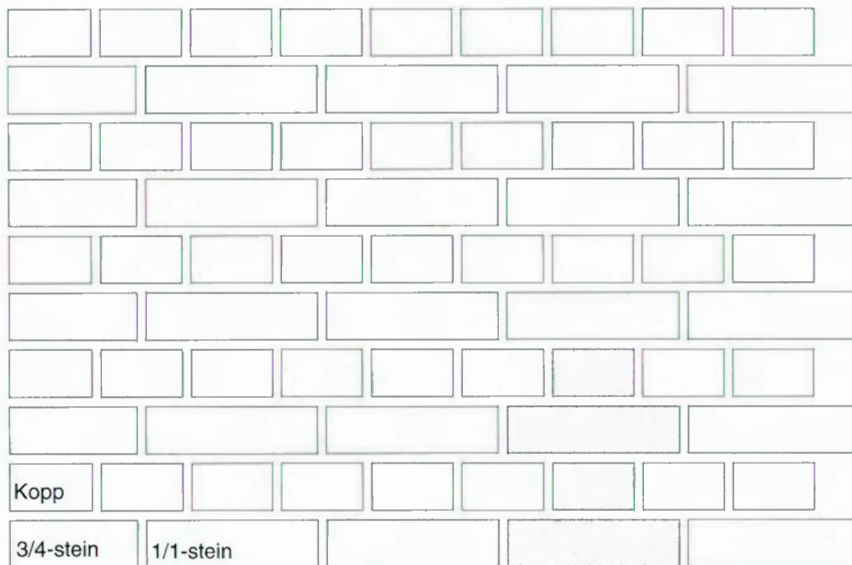
Kryssforband er et forband der løperne i annenhvert løperskift er forskjøvet en halv steinlengde i forhold til underliggende løperskift. Annenhvert skift er et rent kopskift. *Hol-*

landsk forband er et forband der annenhvert skift er et kopskift, mens mellomliggende skift består av en løper og en kopp etter hverandre. Disse to forbandtyper krever mange steintilpasninger pga det store antall kopper og det må normalt forventes stor andel av stein som blir ødelagt under hugging.

Bruk av «vilt forband» som inneholder stein av forskjellig lengde gir god utnyttelse av materialet. Prinsippet for «vilt forband» er at ingen skift skal utføres som rene løper-, kopp- eller munkeskift og at to påfølgende skift avviker vesentlig fra hverandre.

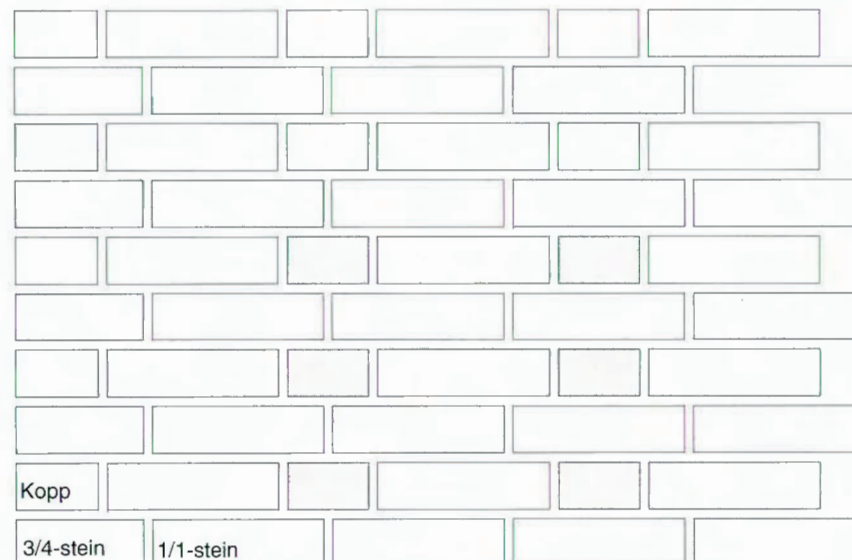
De etterfølgende forbandtegninger viser nedre venstre del (10 skift) av en teglvegg ved hjørne. Ved anlegg av murverket må det tilstrebtes at man ikke får fuge over fuge «rundt hjørnet» ved for eksempel at en 3/4-tilpasningsstein og en 1/1-stein legges på hverandre. Avslutningen av veggens høyre del mot pillar eller hjørne bør utformes på tilsvarende måte. Ved avslutning mot vindu eller pillar kan kopper tillates ved muring av sidefals.

Innledningsvis er det medtatt et eksempel på blokkforband som illustrerer et høyt kopsforbruk.



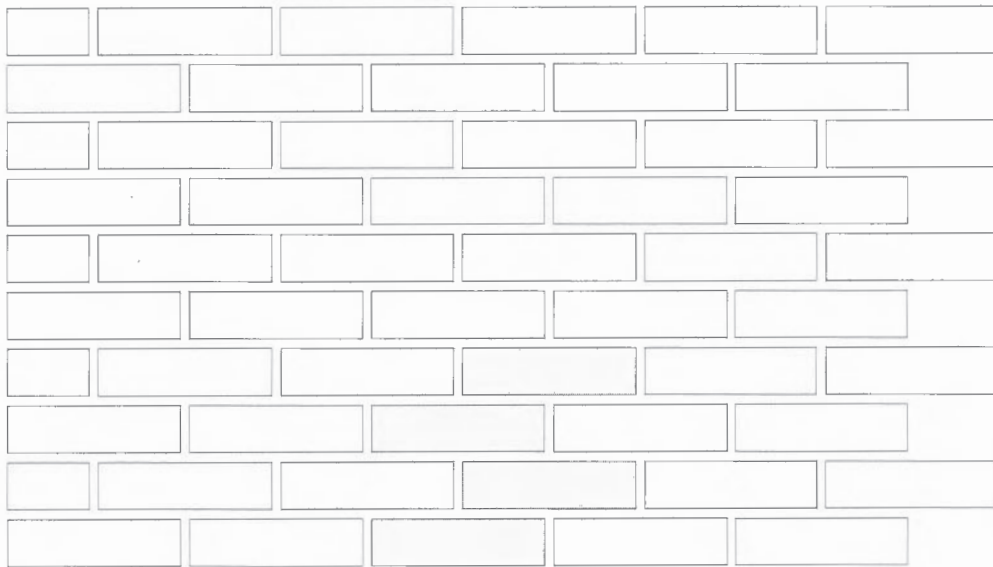
Blokkforband

Murforband hvor de enkelte skift vekselvis er løperskift og kopskift. Alle ståfugene står loddrett over hverandre i annenhvert skift. Forbandet karakteriseres således ved at steinene danner et kors der koppen alltid ligger symmetrisk over en løper.

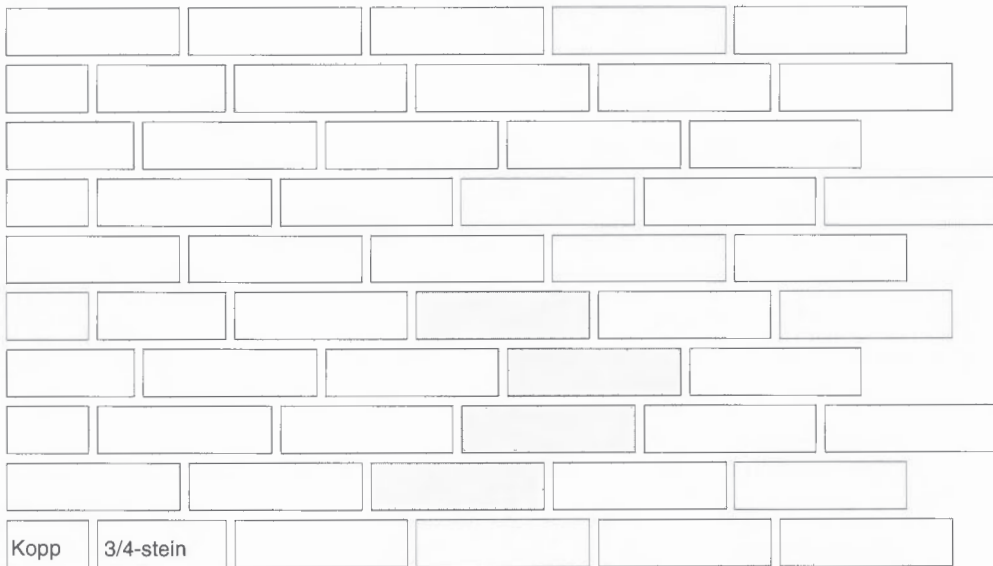


Hulmurforband

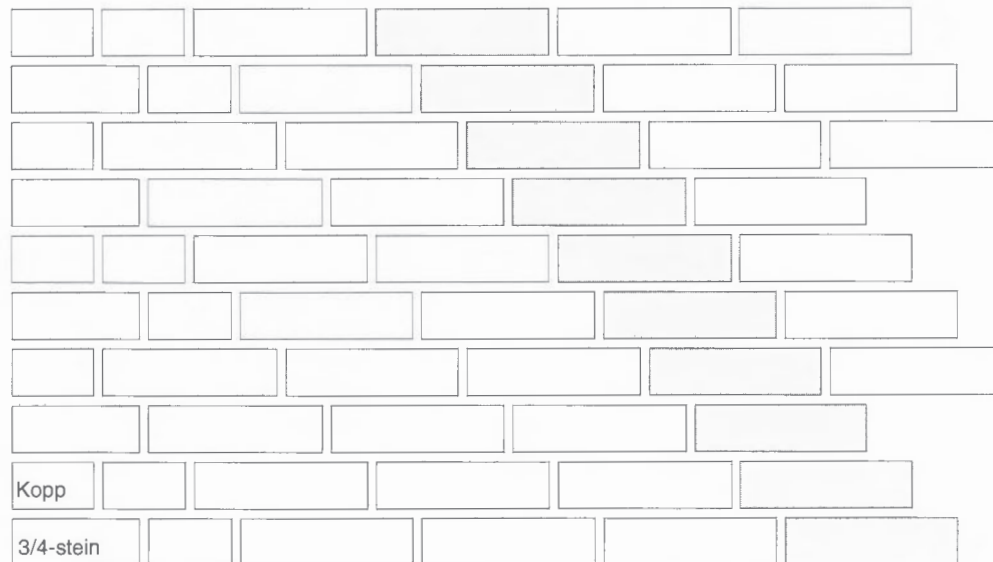
Murverket kjennetegnes ved koppene som danner bindere mellom indre og ytre vange i hulmuren. Annethvert skift legges som rent løperskift. Mellom disse legges vekselvis en eller flere løper og en kopp. Bergenhulmur med en løper pr kopp i annethvert skift er vist her.



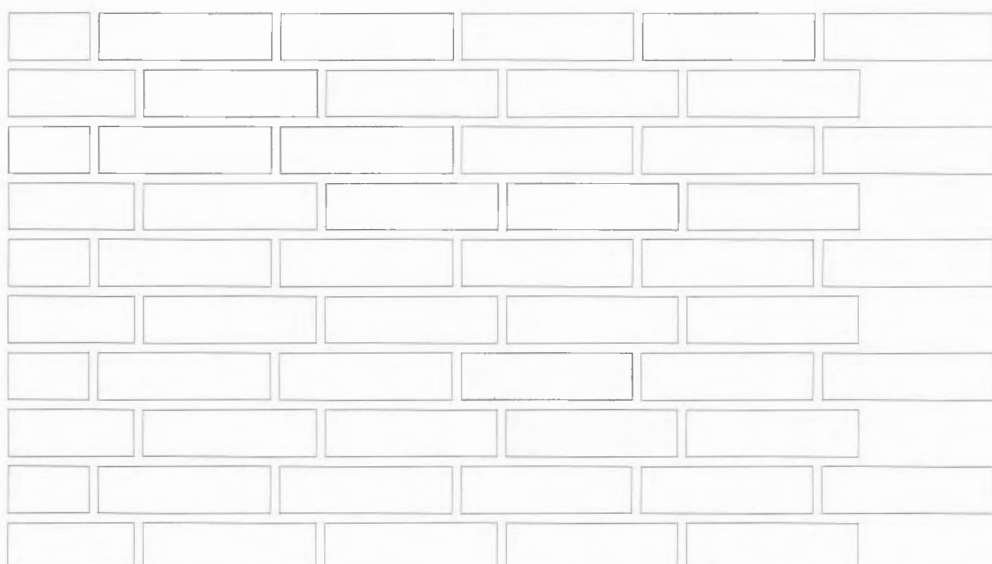
1/2-steins løperforband
 Dette forbandet består av bare løpere i alle skift og er det mest brukte teglsteinsforbandet i Norge. Steinene er skiftvis plassert med en innbyrdes forskyvning i horisontalretning på 1/2 stein.



1/4 steins løperforband med varierte sprang
 Dette forbandet består av bare løpere i alle skift. Steinene er skiftvis plassert med varierende innbyrdes forskyvning i horisontalretning og gjentar seg etter fire skift.

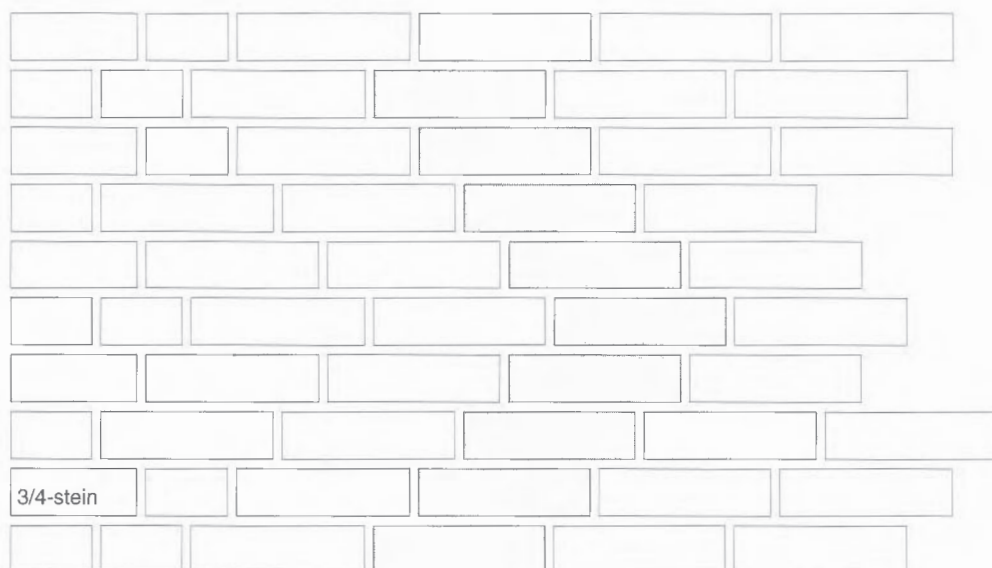


1/4 steins løperforband venstre diagonal
 Dette forbandet består av bare løpere i alle skift. Steinene er skiftvis plassert med en innbyrdes forskyvning i horisontalretning mot venstre på 1/4 stein.



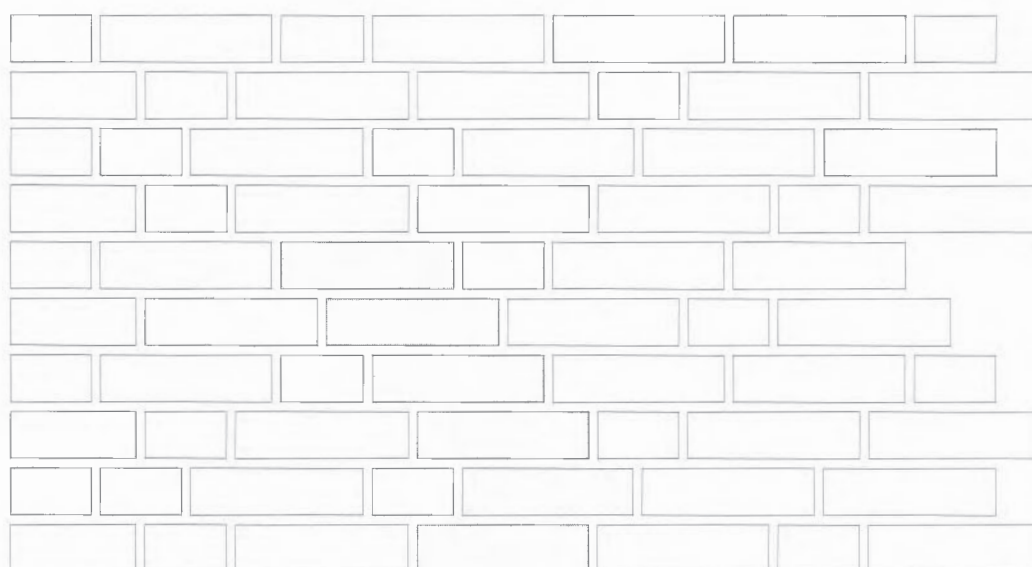
1/4 steins blokkforband

Dette forbandet har samme vertikalitet som ordinært blokkforband med gjentagende stussfuger i annethvert skift. Forbandet består imidlertid av bare løpere med skiftvis 1/4 stein forskyvning (vist mot venstre), og gjentakelse etter to skift.



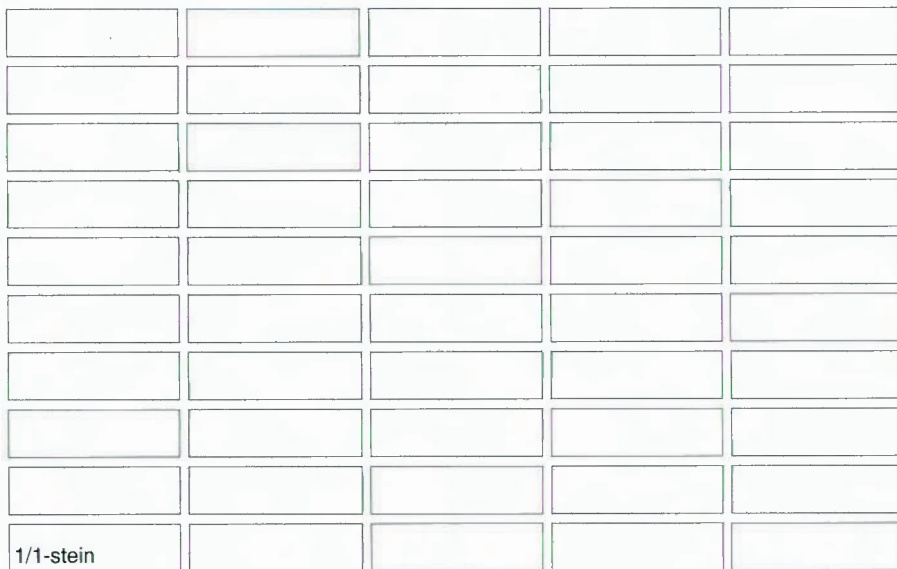
Sikk-sakk forband

Dette forbandet består av bare løpere med 1/4-steins forskyvning og med vending etter for eksempel fem skift som vist.



Garparskaforband

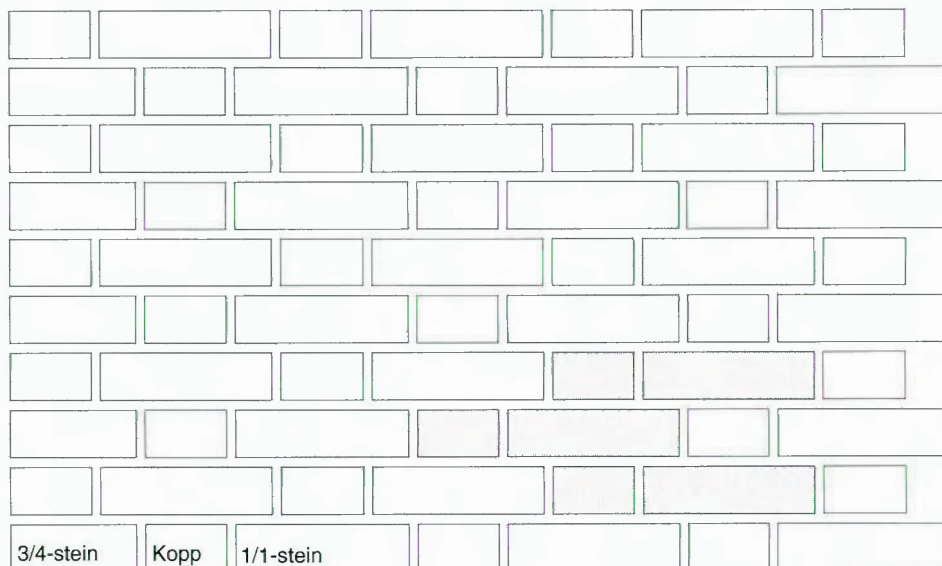
Dette forbandet består av tre løpere og en kopp i alle skift. Forbandet kan kjennetegnes gjennom 1/4 steins forskyvning av løpere med vending etter to skift. Forbandet gjentar seg etter seks skift.



Elementforband

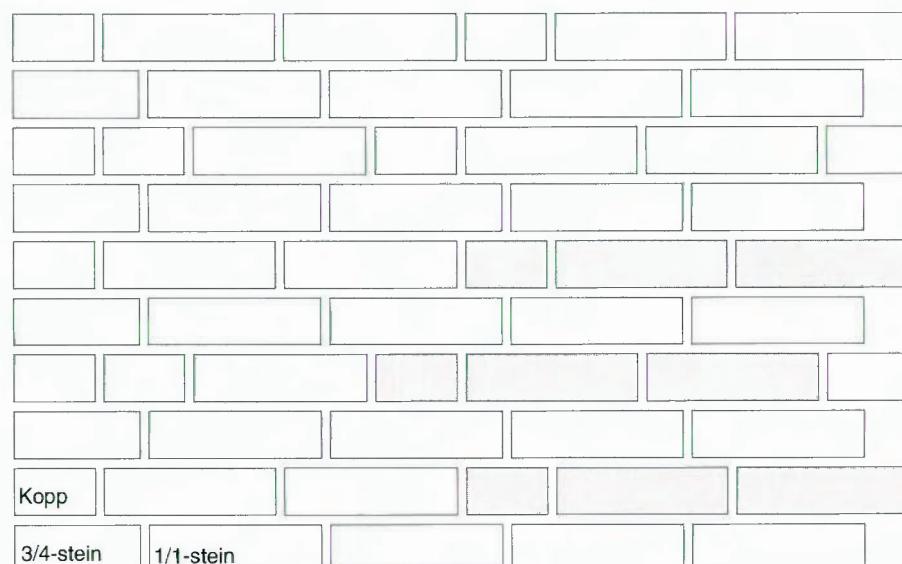
Dette forbandet brukes ofte ved innmuring av teglstein i prefabrikerte betongelementer og består av bare løpere med eller uten forband.

Ekstra armering vertikalt og horisontalt ved murt forband.



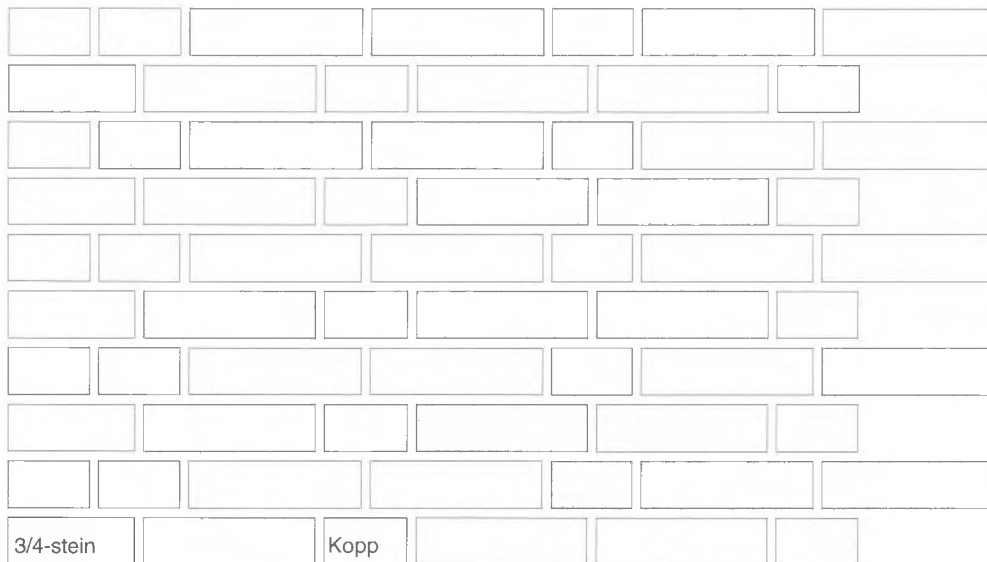
Polsk (gotisk) forband

Dette er et forband som består vekselvis av en løper og en kopp i hvert skift. Skiftene er forskjøvet slik at en kopp alltid kommer symmetrisk over en underliggende løper. Forbandet er kjent fra middelalderen som såkalt vendisk forband.

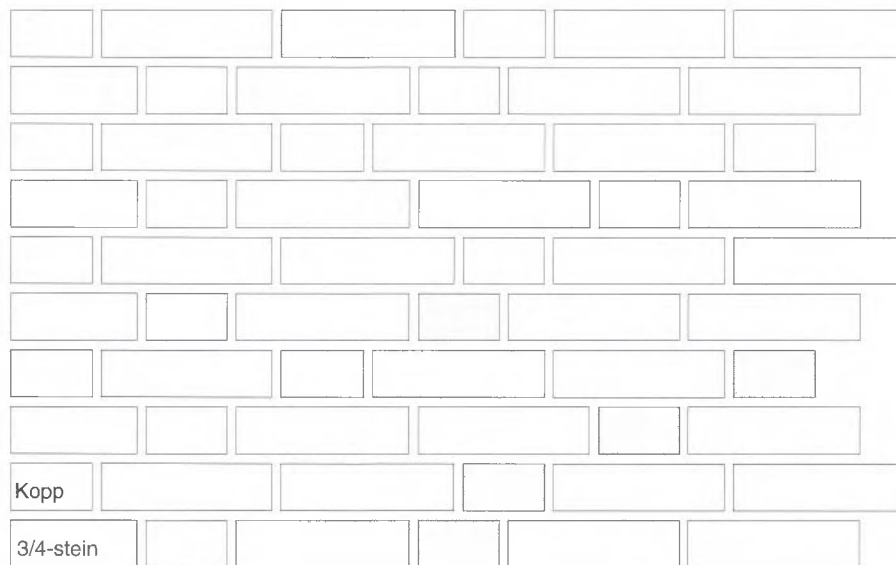


Lyn-munkeforband

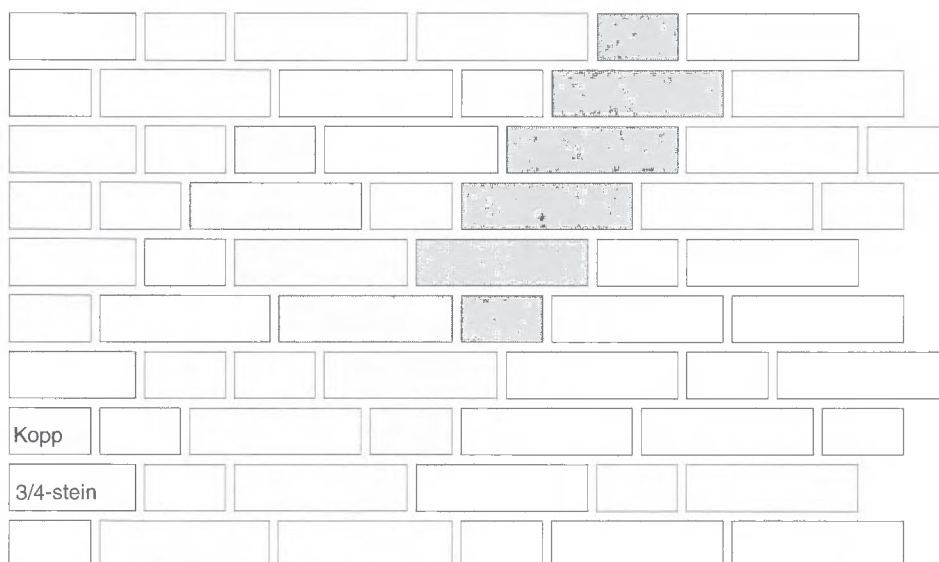
Dette er et forband der annenvert skift består av bare løpere. Mellomliggende skift består av to løpere mellom hver kopp, dvs munkeskift. Denne kombinasjonen av løperskift og munkeskift gir et minimum av kopper i fasaden. Mønsteret gjentar seg etter fem skift.



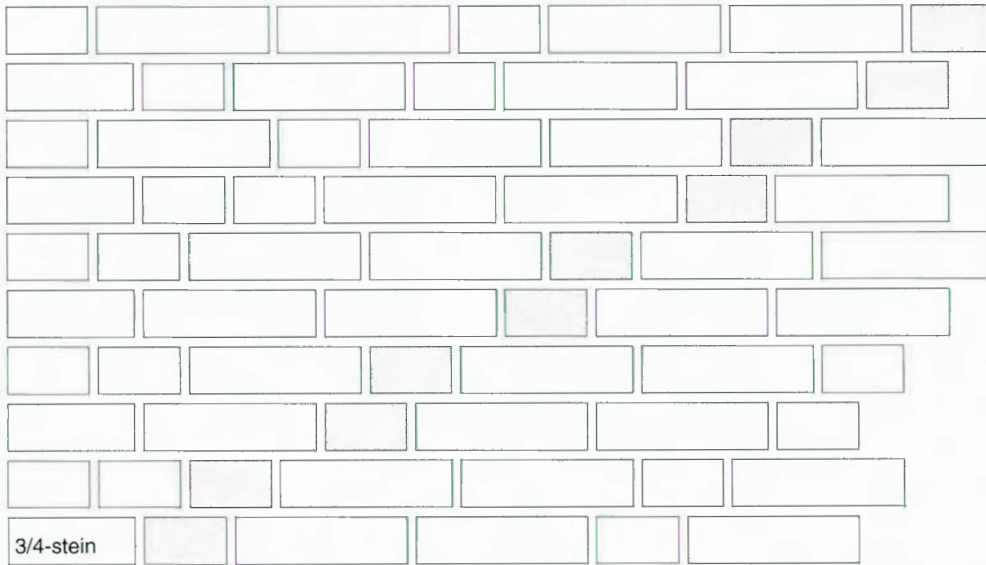
To-skifts munkeforband
 Dette regnes som det eldre munkeforband og består av to løpere og en kopp i alle skift. Løperne legges enten symmetrisk og sentrisk over koppen, eller som vist symmetrisk fordelt med stussfugen mellom løperne sentrisk over koppen i underliggende skift.



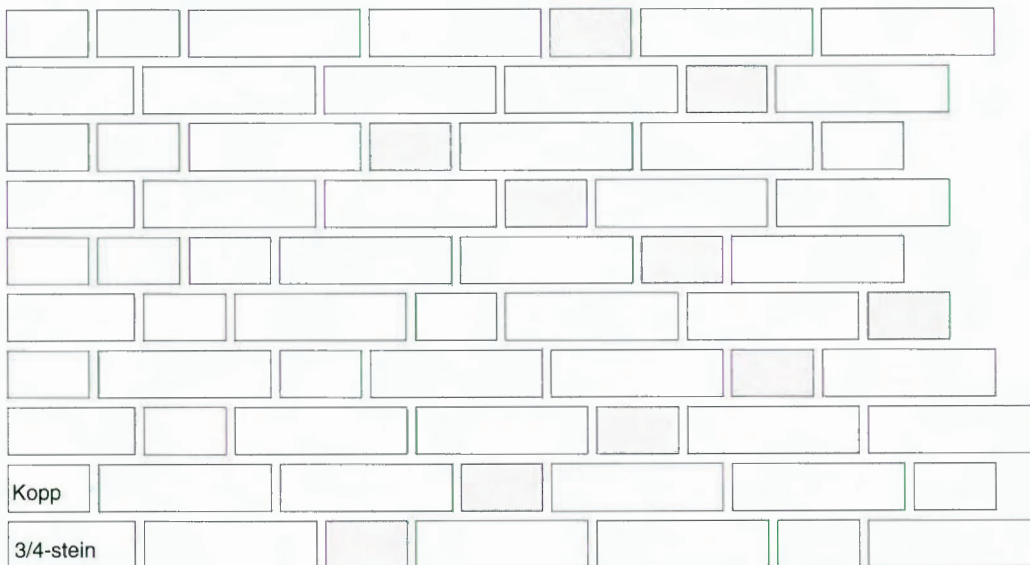
Fire-skifts munkeforband
 To løpere og en kopp gjentas i alle skift. Forbandet vender (snur) etter varierte sprang og gjentar seg etter fire skift.



August Rasmussens fire-skifts munkeforband
 Den danske arkitekt August Rasmussen tegnet i 1927 et fireskifts munkeforband som gir et seks skift høyt fiskebenformet mønster av stor regelmessighet. Løperen ligger vekselvis sentrisk og parvis symmetrisk over koppen i annen-hvert skift.



Kirkeforband
 Grundtvigskirken er modell for det viste forband. Det er et ordinært ti-skifts munkeforband med to løpere og en spesiell koppføring. Koppene ligger parvis to og to med 3/4-steins relativ forskyvning og 1/4-steins innbyrdes forskyvning.



Knut Hansens ti-skifts munkeforband
 To løpere og en kopp gjentas i alle skift. Det kan etableres et forband med regelmessig springende kopp, eller, som vist, med vending etter fem skift. Forbandet gjentas etter ti skift.

Den danske arkitekt Knud Hansen tegnet på 1930-tallet et munkeforband med mer uregelmessig plasserte kopper. Han satte opp tre forutsetninger for å begrense variasjonsmulighetene, samt for å gjøre det hele overkommelig:

1. koppene må ikke overlape hverandre
2. skiftene skal innenfor en periode (ti skift) ha en innbyrdes forskyvning som utnytter alle ti muligheter for koppenes plassering i lengderetning
3. overalt i muren skal kopper som ligger loddrett over hverandre ha samme innbyrdes avstand. Denne avstand blir 10 skift svarende til de under pkt 2 nevnte muligheter for kopplassing i lengderetning.

Hansens forband benytter vending i den eneste mulige faseforskyvning, dvs etter fem skift. Forbandet er ansett som det ytterste man kan oppnå i såkalt jevn uregelmessighet.

3.6 Forbandtoleranser

De ytre murverkstoleranser ivaretas normalt av de krav til lodd og stokk som er angitt i arbeidsbeskrivelsen. Slike bestemmelser omfatter ikke toleranseregler innenfor selve forbandet, og det finnes mange eksempler på manglende samsvar mellom forventninger og utførelse av forbandmuringen der det er lagt tid og tanker i geometrisk tilpassing og visuell utforming av forbandet.

For å imøtekomme byggherrens forventninger og som en rettesnor for de utførende er det behov for enkle toleranseregler for forbandmuring. Slike bestemmelser finnes ikke i gjeldende standarder. Bruk av toleranseregler forutsetter således at partene er enige om å benytte nærmere bestemte tommelfingerregler. Disse må være medtatt i arbeidsbeskrivelsen eller komme som avtalt tillegg til kontrakten. Det må forventes at slike regler kan medføre pristillegg.

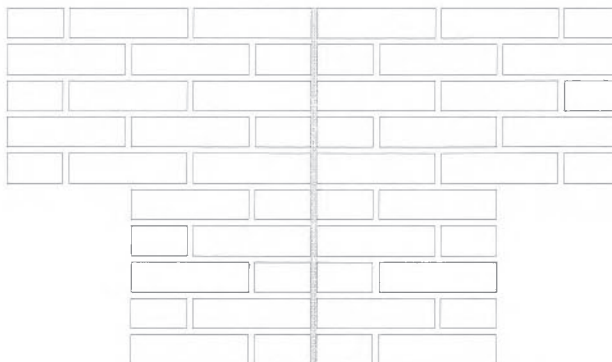
Nedenstående veiledningen er et forslag til toleranseregler med utgangspunkt i den relative plassering av normale stussfuger mellom de respektive skifthyder:

1. Forbandet skal loddnes opp på hjørner og midt på vegg. Forøvrig skal det minimum loddnes for hver 1,5 meter i veggens lengderetning og/eller på andre steder som er bedre tilpasset veggens geometriske utforming.
2. Murarbeidet må ta hensyn til forskjeller i steinstørrelse (innenfor steinens toleransegrenser) ved utsetting før muring. Særlig gjelder dette hvor det skal mures med stein fra forskjellige produksjonsserier, eller med forskjellige steintyper/-farger, og som kan tenkes å ha forskjeller i gjennomsnittsmål.
3. Ved forbandmuring med høyde inntil fire skift skal stussfugene ikke ha en horisontalforskyvning på mer enn en halv fugetykkelse, før forbandet gjentar seg. I praksis skjer dette ved lodding av kopp eller løper.
4. Ved forbandmuring med høyde over fire skift og inntil 10 skift skal stussfugene ikke ha en horisontalforskyvning på mer enn en hel fugetykkelse, før forbandet gjentar seg. I praksis skjer dette ved lodding av kopp eller løper.

3.7 Spesielle hensyn

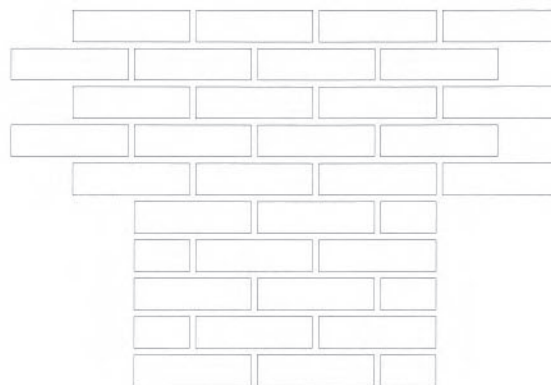
Vegger i teglmurverk kan over året såvel som i løpet av et døgn utsettes for relativt store temperaturvariasjoner. For å unngå sprekke-dannelser kan det, ved lange veggfelt eller større geometriske endringer i murverket, være påkrevet med en oppdeling av veggene ved hjelp av bevegelsesfuger. Ved prosjektering av murverk er det derfor viktig å plassere bevegelsesfugene allerede på tegningsstadiet, blant annet fordi forbandet må brytes totalt ved fugene.

Hvis fugene legges gjennom en pillar bør pillarbredden være minst tre stein for å sikre et minimum av bæreevne på begge sider av fugen, se figur 3.7.1. Forbandet legges symmetrisk om fugen.



Figur 3.7.1 Forbandtilpassing ved vertikal bevegelsesfuge i 1/2-steins løperforband

Forbandmuring i pillarer bør såvidt mulig følge forbandet i veggene forøvrig. Ved smale pillarer kan dette bli vanskelig pga behovet for en god avslutningen mot åpningene på begge sider. Overdekningsskiftet bør tilpasses slik at det ikke kommer en stussfuge i forlengelsen av pillarkanten. Dersom pillaren ikke kan forskyves bør steinene i overdekningen byttes om slik at dette ivaretas. Tilpassing kan gjøres med 1/2-stein som vist på figur 3.7.2.



Figur 3.7.2 Forbandtilpassing ved pillar ved hjelp av 1/2-stein i fals ved 1/2-steins løperforband

Bruk av kopper i pillar bør imidlertid unngås dersom det ikke skal mures fals.

4. Forband i blokkmurverk

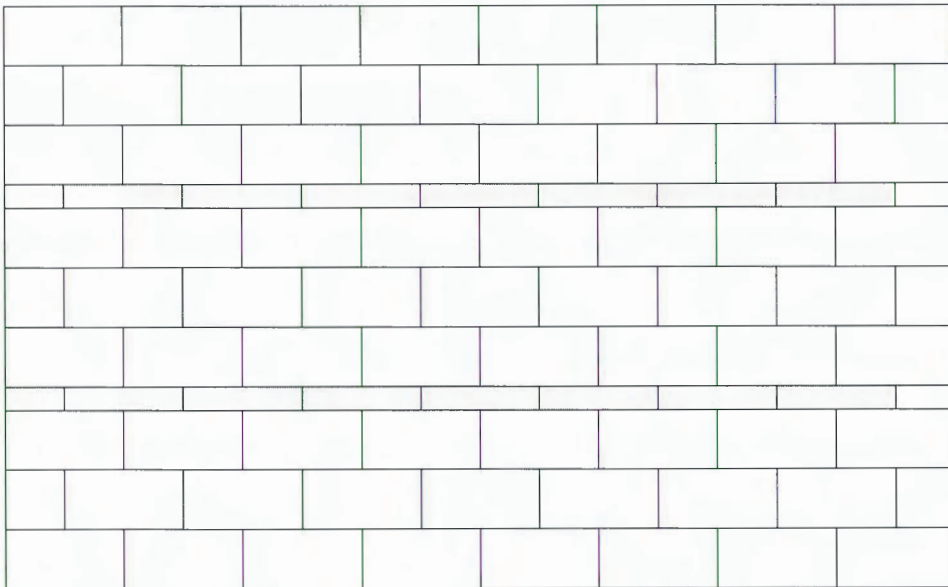
4.1 Generelt

Som for murverk av murstein vil det for upusset blokkmurverk være mulig å skape en god og variert utseendemessig virkning ved aktiv bruk av blokken som element i et forband. Særlig gjelder dette dersom man benytter blokker av forskjellige formater. Forbänder må spesifiseres i teknisk beskrivelse for arbeidsutførelse eller opptegnes slik at evt. meromkostninger på denne måte blir klargjort.

Blanding av blokktyper og kanskje også plassering og orientering av blokken i andre retninger enn det som er normalt, forutsetter videre at de statiske forutsetninger og lastpåkjenninger er ivaretatt.

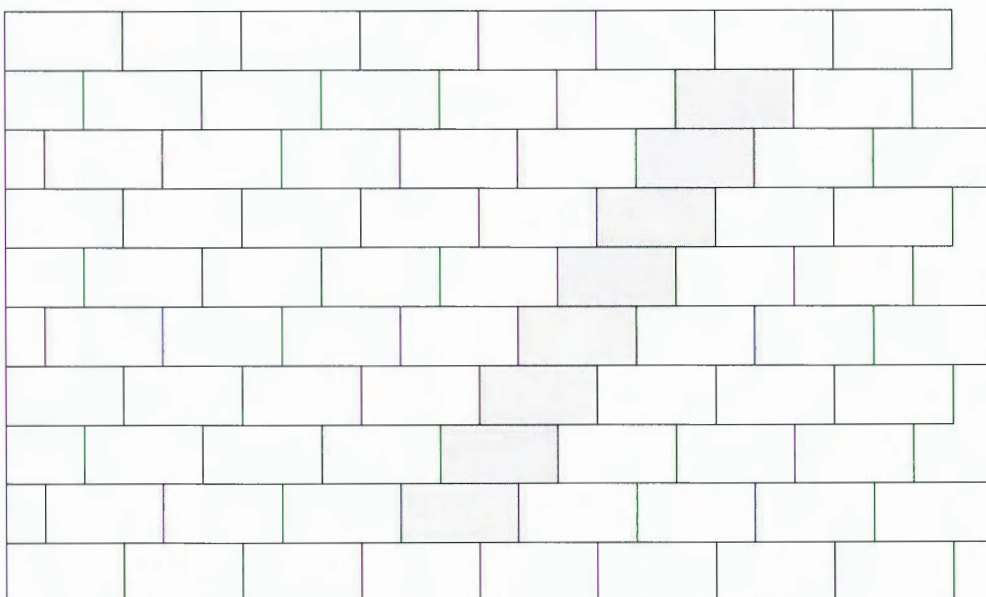
I det følgende er det skissert noen forslag som illustrerer aktiv bruk av forband i blokkmurverk for innvendige vegger i upusset, slemmet og/eller malt utførelse. De enkelte illustrasjonene er kun ment å være idéskapende og gir ikke på noen måte noen representativ eller utfyllende oversikt.

4.2 Muligheter med blokkforband



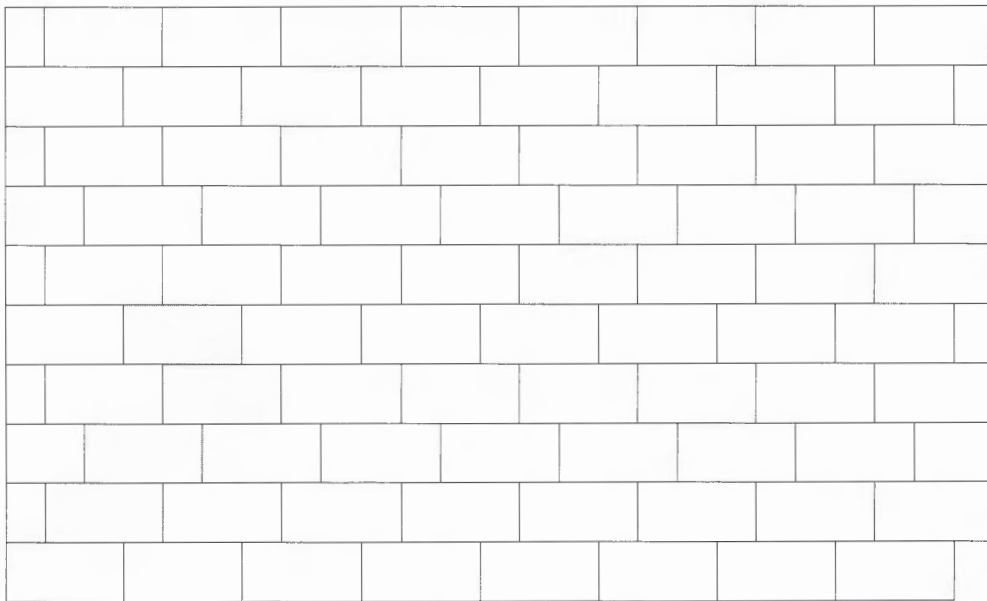
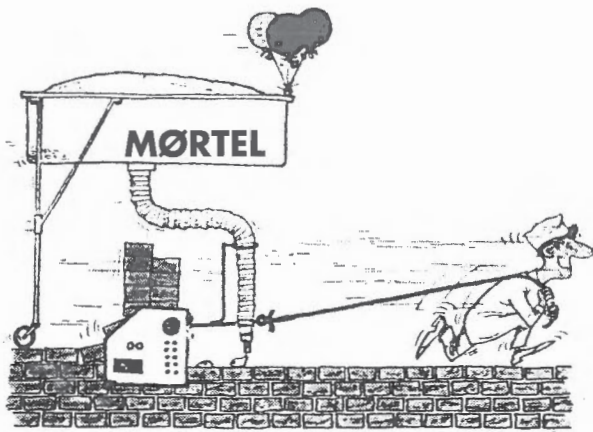
1/2 blokks løperforband med bord

Det tradisjonelle løperforbandet for blokkmurverk er her brutt av to border som består av en 100 mm tykk massivblokk lagt på flasken.



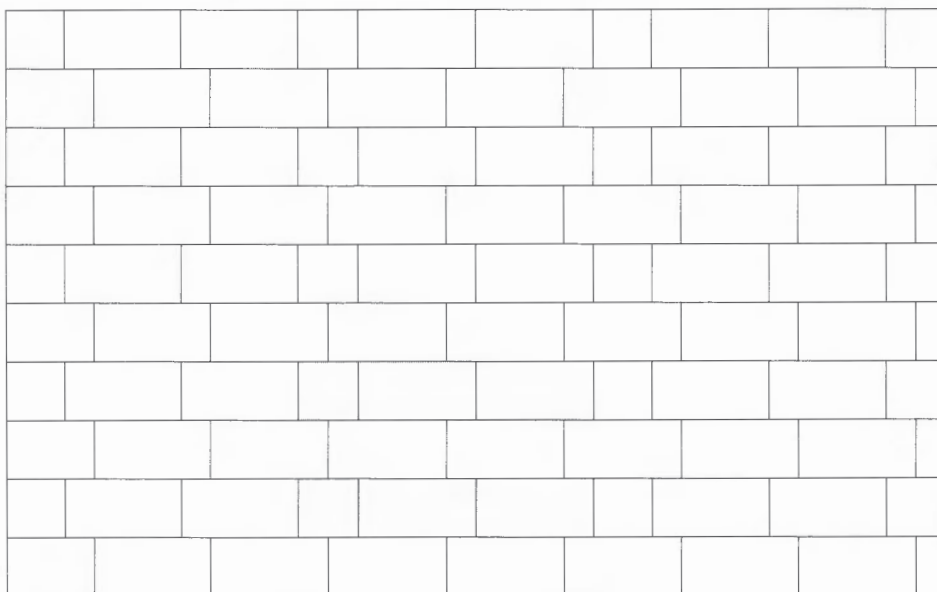
1/3 blokks løperforband høyre diagonal

Dette forbandet består av bare løpere i alle skift. Blokkene er skiftvis plassert med en innbyrdes forskyvning i horisontalretningen mot høyre på 1/3 blokk-lengde.



4-skifts løperforband med varierte sprang

Dette forbandet består av bare løpere i alle skift. Blokkene er skiftvis plassert med varierende innbyrdes forskyvning i horisontal retning og gjentar seg etter fire skift.



Lyn-munkeforband

Her er blokken plassert som løperforband i annenhvert skift og som munkeforband med to løpere og en kopp i mellomliggende skift.

5. Murte buer

5.1 Grunnlag

Murte teglbuer er kjent fra 5000 år gamle bygningskonstruksjoner i gamle Egypt, men det var Romerne som først visste å utnytte buens potensial som konstruktiv enhet på 400-tallet. De mange bueformer som har vært utviklet i tidens løp har i vesentlig grad gitt de forskjellige stilepoker innen arkitekturen deres særpreg.

Det er vanlig å bruke et ulikt antall stein i en bue. Den midterste steinen kalles sluttstein og blir ofte spesielt markert ved avvikende størrelse, form eller materialbruk. Buens høyeste punkt bør fortrinnsvis falle sammen med en liggefuge eller komme midt i et skift. Buens øverste hjørner på sidene skal alltid plasseres i en liggefuge.

Når en bue har stor pilhøyde i forhold til bredden, dvs. når buens krumning er stor, er det nødvendig med skjæring av steinene, evt. bruk av spesialformater. Man vil også erfare

at det oftere vil bli nødvendig med skjæring/spesialstein når det brukes hele steiner (ved buehøyder som er 1/1-stein eller mer) enn ved 1/2-steinsbuer, fordi fugene i buens øverste del ellers kan bli svært brede.

Ved spesielle buer der buen består av flere buesegmenter er det mest aktuelt å bruke spesialprodusert stein for utforming av selve buen. I slike tilfeller bør det påregnes at buesteinens farge kan avvike fra den øvrige fasadestein.

Ved bruk av buer i murverk må det påsees at veggkonstruksjonen til side for åpningen har tilstrekkelig kapasitet til å oppta laster som buen overfører fra ovenforliggende konstruksjoner. Særlig er dette viktig ved bueavslutninger på veggender.

5.2 Forskjellige buetyper

Følgende 8 skisser i dette underkapittel er hentet fra boken "Fagtegnning for murere" av Rolf Ulfstein. Stiplinger angir geometriske hjelpelinjer. Buens radius er definert av hjelpelinjens startpunkt.

Stikkbue

Denne buetypen er del av en halvsirkel, og brukes mest over dører, porter og vinduer. For å kunne konstruere denne buetypen må åpningens bredde, pilhøyden og buens høyde være gitt.

Rundbue

Denne buetypen har form av en halvsirkel. Vederlagene, dvs buens anlegg mot veggen, bør falle sammen med en liggefuge og blir således alltid vannrette. Buens sentrum ligger i samme høyde som vederlagene, men kan allikevel løftes eller senkes litt for at toppunktet skal falle sammen med en liggefuge.

Spissbue

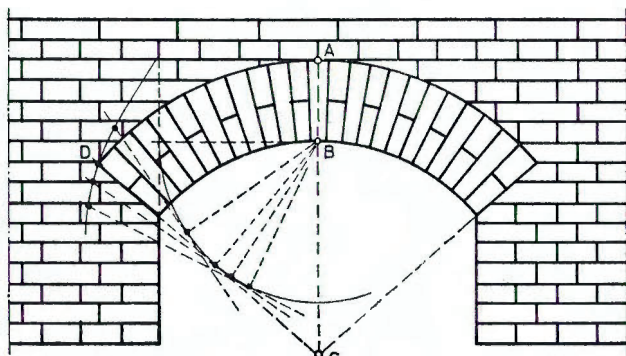
Denne buetypen har to sentre som ligger i vederlagslinjen. Ligger sentrene i murfalsen kalles buen en full spissbue. Hvis sentrene ligger innenfor eller utenfor buen, kalles den henholdsvis lanseformet eller fortrykt spissbue.

Fortrykt bue

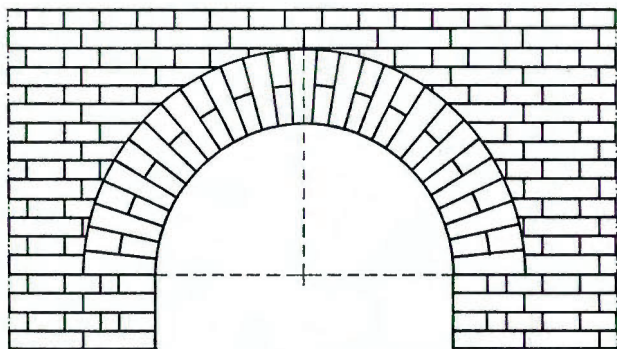
Denne buetypen konstrueres som oftest med tre sentre, men også med fem sentre. For å kunne konstruere denne buetypen må pilhøyden være gitt. Videre må vederlagslinje og buens høyeste punkt falle sammen med en liggefuge.

Rettt bue

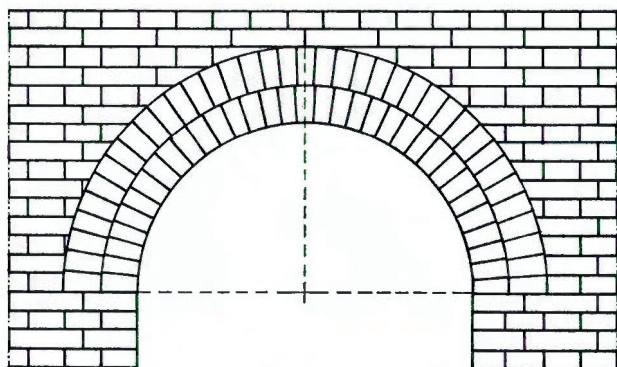
Rette overdekninger kalles gjerne rette buer fordi virkemåten er den samme enten buen er rett eller krum. Betingelsene for at en rett overdekning skal kunne kalles en bue er allikevel at steinene er skråstilte slik at fugene peker mot et sentrum i åpningens vertikale midtakse. Det må derfor brukes tilhøgne steiner. Buesentrets plassering bestemmer steinens skråhogging. Selv om buen skal være rett, mures den gjerne med en liten pilhøyde på 5 mm for at den ikke skal henge etter at murverket har satt seg.



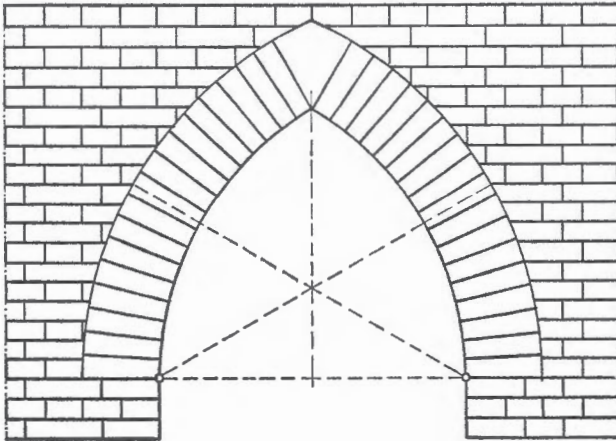
Stikkbue med 1-steins buehøyde, murt i forband



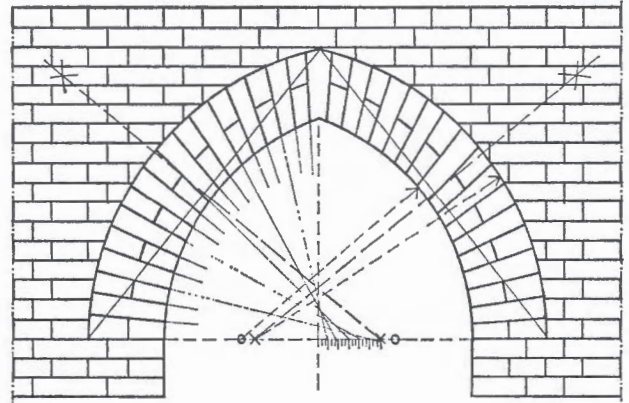
Rundbue med 1-steins buehøyde, murt i forband



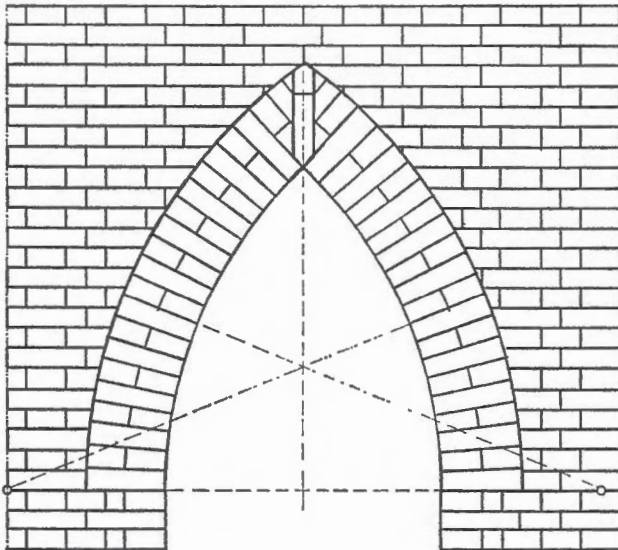
Rundbue murt som to 1/2-steins buer i konsentriske ringer



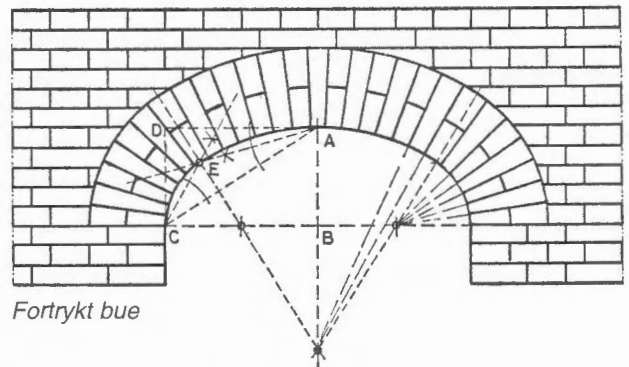
Full spissbue. Radius lik spennvidde



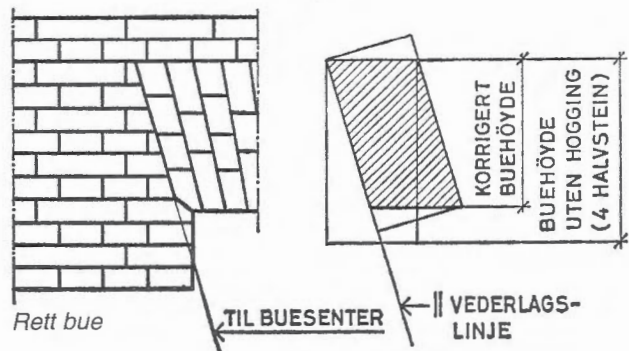
Fortrykt spissbue



Lanseformet spissbue



Fortrykt bue

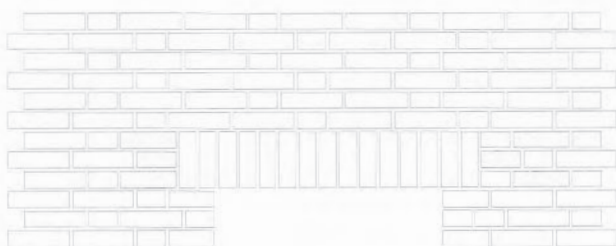


Rett bue

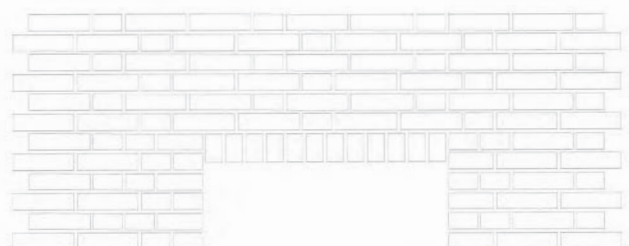
5.3 Overdekninger

Muring av rette buer krever betydelig forarbeid på grunn av tilhogging av steinen. Av den grunn er det etablert en praksis med å mure rette overdekninger av stående stein og med vertikale parallelle fuger. Av og til ser man slike buer utført

med vekselvis 1/1 og 1/2-stein slik at det oppnås en forbandvirkning. Mer vanlig er det å bruke bare 1/1-stein i et stenderskift, eller kun 1/2-stein i et rullskift.



Stenderskift inn i forbandet krever høydetilpassing av stående stein. Tilpassingsstein i forbandet er skravert



Rullskift i overdekningen med utmurte falser hvor forbandet ikke konsekvent kan følges ved fals

