

INNEHÅLL

Förord	9
1. Inledning	13
2. Från fullmur till skalmur	17
2.1 Tegelmurverk från slutat av 1800-talet och 1900-talets inledning ...	19
2.2 Fortfarande vanligt med fullmurar under 1930-talet	21
2.3 1940-talet – andra väggtyper med tegel ökar	23
2.4 Tegel och lättbetong respektive kanalmur under 1950-talet	25
2.5 Tegel med betong respektive träreglar dominerar från 1960-talet	27
2.6 Från 1970 bättre kramlingssystem, från 1980 rostfri armering	32
3. Förändringar av material och hantverksutförande	37
3.1 Teglet	37
3.2 Murbruket och fogarna	51
3.3 Förbanden	55
3.4 Detaljutformning	56
3.4.1 Sockeldetaljer	57
3.4.2 Fönsterdetaljer	59
3.4.3 Takfotsdetaljer	60
3.4.4 Rörelsefogar	61
3.4.5 Övrigt	62
4. Tillstånd som kan kräva underhålls- och reparationsåtgärder	65
4.1 Naturligt åldrande	65
4.1.1 Nedsmutsning	65
4.1.2 Påväxt	66
4.1.3 Eroderade murfogar	67

4.2	<i>Nedbrytning</i>	70
4.2.1	<i>Frostskadat tegel</i>	70
4.2.2	<i>Saltutfällning och saltvittring</i>	73
4.2.3	<i>Kalkutfällning</i>	74
4.2.4	<i>Korroderande armering och förankringar</i>	74
4.2.5	<i>Angripet organiskt material</i>	77
4.3	<i>Mekaniska skador</i>	78
4.3.1	<i>Sättningar</i>	78
4.3.2	<i>Förhindrade rörelser</i>	79
4.3.3	<i>Överbelastning</i>	82
4.4	<i>Bristande funktion</i>	83
4.4.1	<i>Fuktiga väggar</i>	83
4.4.2	<i>Otäta fönster och dörrar</i>	85
4.4.3	<i>Fönster och dörrar med låg isolerförmåga</i>	85
4.4.4	<i>Kalla golv</i>	86
4.4.5	<i>Läckande hängrännor och stuprör</i>	86
4.4.6	<i>Föremål med bristfällig vatten- eller kondensavledning</i>	86
5.	<i>Undersökningsmetoder</i>	89
5.1	<i>Ritningar och annan dokumentation</i>	90
5.1.1	<i>Ritningar och tillhörande beskrivningar</i>	90
5.1.2	<i>Annan dokumentation</i>	90
5.2	<i>Undersökningar på plats</i>	90
5.2.1	<i>Okulär besiktning</i>	90
5.2.2	<i>Mätning av rörelser i sprickor och byggnadsdelar</i>	91
5.2.3	<i>Bestämning/utvärdering av murverks tryckhållfasthet</i>	92
5.2.4	<i>Icke-förstörande utvärdering av teglets hårdhet och styrka</i>	94
5.2.5	<i>Bestämning av rådande tryckpåkänningar med nivåkudde</i>	94
5.2.6	<i>Bestämning av murverks vidhäftningshållfasthet</i>	94
5.2.7	<i>Lokalisering av håligheter och separation mellan skal</i>	95

5.2.8	<i>Undersökning av murförankringars tillstånd</i>	95
5.2.9	<i>Mätning av väggtemperatur</i>	96
5.2.10	<i>Fukttinhåll</i>	96
5.2.11	<i>Vattenupptagning</i>	96
5.2.12	<i>Lufttäthet</i>	97
5.3	<i>Labbundersökningar</i>	97
5.3.1	<i>Tryckhållfasthet hos tegel</i>	97
5.3.2	<i>Saltinhåll hos tegel och murbruk</i>	98
5.3.3	<i>Sammansättning hos murbruk</i>	98
5.3.4	<i>Fuktegenskaper hos tegel och murbruk</i>	99
5.3.5	<i>Frostbeständighet hos tegel</i>	99
5.4	<i>Beräkningar och analyser</i>	100
5.4.1	<i>Bärförmåga</i>	100
6.	<i>Åtgärder—generellt</i>	103
6.1	<i>Fasadrengöring</i>	103
6.2	<i>Borttagning av påväxt</i>	105
6.3	<i>Borttagning av utfällningar</i>	105
6.4	<i>Avlägsnande av växtlighet</i>	106
6.5	<i>Omfogning</i>	107
6.6	<i>Ersättning av skadade tegel med nya</i>	112
6.7	<i>Användning av återbrukat tegel vid reparation och underhåll</i>	113
6.8	<i>Renovering av balkonger i samband med fasadarbeten</i>	114
6.9	<i>Hydrofobering</i>	116
6.9.1	<i>Hur fungerar hydrofobering?</i>	116
6.9.2	<i>Produkter och applicering</i>	117
6.9.3	<i>Att tänka på när hydrofobering övervägs</i>	117
6.10	<i>Insättning av membran som minskar kapillärsugning</i>	121
6.11	<i>Avledning av vatten som rinner på murverk, bristfälliga murkrön och liknande</i>	122

6.12	<i>Vattenavledning från föremål</i>	122
6.13	<i>Borttagning av färg från målade tegelytor</i>	123
6.14	<i>Borttagning av klotter</i>	123
6.15	<i>Tätning av och runt fönster och dörrar</i>	124
6.16	<i>Förbättring av energiprestandan hos fönster</i>	124
7.	<i>Åtgärder i skalmurar</i>	127
7.1	<i>Förstärkning av veka upplag</i>	127
7.2	<i>Avhjälpan av stor utkragning vid upplag</i>	128
7.3	<i>Åtgärdande av lutande upplag</i>	129
7.4	<i>Förstärkning av skalmursförankringen (kramlingen)</i>	131
7.5	<i>Borttagning av korroderande armering</i>	132
7.6	<i>Byte av förtillverkade skift</i>	134
7.7	<i>Vattenavledning ovanför fönster</i>	135
7.8	<i>Upptagning av nya rörelsefogar</i>	136
8.	<i>Åtgärder i fullmurade tegelfasader</i>	139
8.1	<i>Principiellt om hållfasthet, bärförmåga och stabilitet</i>	139
8.1.1	<i>Tillämpbara hållfasthetsvärden i äldre murverk</i>	142
8.1.2	<i>Inverkan av brand på murverks hållfasthetsegenskaper</i>	144
8.2	<i>Hantering av sprickbildning och deformationer</i>	144
8.3	<i>Inmurade stålbalkar</i>	145
8.4	<i>Öppningar med armering i liggfogar</i>	146
8.5	<i>Förankring av bjälklag</i>	146
8.6	<i>Uppstigande markfukt</i>	147
8.7	<i>Tilläggsisolering</i>	148
	<i>Lästips om murverk</i>	151

FÖRORD

TEGELFASADER UTGÖR ETT vanligt inslag i den svenska bebyggelsen, speciellt på större orter. En viktig anledning till en bred spridning av tegelbyggandet var ett antal förödande stadsbränder under 1800-talet. Krav infördes på att i större tätorter uppföra fasader i icke brännbara material. Möjligheter till en varierad gestaltning, lång livslängd och värdigt åldrande är andra faktorer som därefter ytterligare har gynnat tegelbyggandet.

Det finns idag stora värden i byggnadsbeståndet med tegelfasader. I en tid när vi snabbt vill ställa om till ett mer hållbart samhälle, utgör tillvaratagande av befintliga byggnader ett effektivt alternativ. Genom rationellt underhåll har tegelfasader unika förutsättningar att fungera bra i flera hundra år. Tegelbyggnader kan också förhållandevis lätt anpassas till nya behov.

Handboken *Underhåll och reparation av tegelfasader* har som målsättning att bidra till att förvalta en värdefull del av det svenska byggnadsbeståndet. Rationellt valda underhålls- och renoveringsåtgärder sparar resurser, till gagn för miljö och klimat.

Vi som skrivit handboken har alla bakgrund som forskare inom murverksområdet vid Lunds tekniska högskola, Avdelningen för konstruktionsteknik. Två av oss arbetar även som byggkonsulter med inriktning på murat byggande.

Handboken har tagits fram med stöd från Energimyndighetens forskningsprogram E2B2 samt från ett antal samhällsbyggnadsaktörer – Fasadgruppen AB, branschorganisationen Mur och Putsföretagen, Lunds Kommuns Fastighets AB, Stockholms Kooperativa Bostadsförening, Brf Ljungelden och Brf Vårregnet.

Speciellt tack riktas till personer som aktivt har delat med sig av sina erfarenheter och sin kompetens – Anders Planensten, Anders Terborn, Carolina Larsen, Helena Bülow-Hübe, Joakim Strömberg, Johan Onno, Jørgen Nymark Klavsén, Jörn Andersson, Martin Gunder, Martin Lindholm, Niklas Martinsson, Paula Wahlgren, Peter Mörck, Sven Olof Ahlberg, Thomas Ström, Tommy Bisgaard.

Följande uppslag:
Yttersta lagret i fogarna har delvis eroderats.
Ur teknisk synpunkt är inte omfogning nödvändig i detta skede.

Lund, våren 2025

Miklós Molnár, Tomas Gustavsson och Mohammad Kahangi

INLEDNING

1.

DISKUSSIONER OM BYGGFRÅGOR i samhället fokuseras ofta på nyproduktionen. Det är logiskt, nybyggnadssektorn står för en stor del av resursförbrukningen. Behovet av en omställning till hållbarhet vid all slags nyproduktion av byggnader är odiskutabelt.

Men resursförbrukningen för underhåll av befintliga byggnader är också betydande. Tegelfasader anses dock generellt ha en stor fördel i att det långsiktiga underhållsbehovet är ringa.

Bristande kunskaper hos beslutsfattare och projektörer riskerar emellertid medföra att onödigt stora resurser, såväl miljö-/klimatmässigt som ur ekonomisk synvinkel, ändå läggs på befintliga tegelfasader.

Det är idag en vanligt förekommande uppfattning inom murverksbranschen att beslut om bland annat omfogningsarbeten av tegelfasader i sin helhet ofta tas på bristande tekniskt underlag.

Enligt uppskattningar som gjorts vid Lunds tekniska högskola finns det i Sverige mer än 200 miljoner m² tegelfasader. Om man antar att 1 procent av detta bestånd fogas om i sin helhet årligen och att kostnaden för omfogning är 1300 kr/m² blir den totala kostnaden årligen i runda tal 2,6 miljarder kronor. I underhållsplaner som stora aktörer använder är det emellertid vanligt att underhållsintervall sätts till 50 år, vilket skulle motsvara att 2 procent årligen fogas om. Ännu tätare intervall anges dessutom i en del förekommande mallar för fastighetsunderhåll.

Hur stora kostnader för omfogning som fastigheter i praktiken belastas med kan i detta skede inte säkert anges. Men ovanstående siffror belyser att frågor om underhåll av befintliga tegelfasader har väsentlig betydelse såväl med tanke på miljö- och klimatbelastning som för de kostnader som fastighetshyrorna ska täcka.

Tegelfasader har ofta föredragits av fastighetsägare, förvaltare och arkitekter på grund av goda åldringsegenskaper och ringa underhållsbehov. Om denna fördel ska tas tillvara är det utomordentligt viktigt att frågan om underhåll tas med hänsyn till fasaders reella kondition, inte på grund av schablonbaserade intervall i mallar för underhållsplaner.

Syftet med denna handbok är att formulera och sammanfatta

tillgänglig objektiv kunskap om underhåll och reparation av tegelfasader. Handboken ska därigenom underlätta för bland annat fastighetsägare, byggkonsulter och entreprenörer att fatta rationella beslut om åtgärder som kan bidra till att bibehålla tegelfasaders funktion, förlänga deras livslängd och förbättra deras energiprestanda. Rationellt baserade beslutsunderlag möjliggör att lågeffektiva eller kontraproduktiva åtgärder kan prioriteras bort till förmån för åtgärder som i praktiken medför reell nytta.

I handboken behandlas bland annat frågor om:

- Frostskador, kalk- respektive saltutfällning, vittring.
- Tvättning och rengöring av nedsmutsade murverksfasader.
- Påväxt av organiskt material.
- Eroderade fogar och omfogning.
- Sprickbildning på grund av temperatur- och fuktrörelser, sättningar respektive konstruktiv belastning.
- Åtgärder på grund av rostande armering.
- Behov av åtgärder för att säkerställa horisontalstabiliteten genom tilläggskramling.
- Regngenomslag och kapillär upptagning av fukt från mark.
- Behandling av tegelfasader genom vattenavvisande impregnering (hydrofobering).
- Möjligheter att förbättra energiprestanda genom tilläggsisolering.

Forsknings- och utvecklingsarbete avseende murverk har bedrivits vid Avdelningen för konstruktionsteknik på Lunds tekniska högskola/Lunds universitet sedan mitten av 1990-talet. Forskningsmiljön vid avdelningen har i betydande omfattning präglats av ett nära samarbete med murverksbranschen, såväl på material- som entreprenadsidan. Samarbetet har genomförts i nära kontakt med branschorganisationen Mur- och putsföretagen (före 2016 Sveriges Murnings- och Putsentreprenörförening, SPEF). Genom att deltagare i FoU-projekt varit delaktiga i den utbildningsverksamhet som bedrivs i branschorganisationens regi har resultaten från FoU-projekten implementerats i praktiken samtidigt som erfarenheter från fältet tillgodogjorts inom FoU-verksamheten. Koppling mellan FoU-projekt vid LTH och industriintressen kanaliseras också via Föreningen för tungt, murat och putsat byggande, vars historia går tillbaka till 2012, då ett nätverk med motsvarande namn bildades.

I forskningsmiljön vid LTH har framförallt genererats FoU-projekt om skalmurar från runt 1930 och senare. Men många av de frågeställningar som är aktuella för skalmurar gäller också för fullmurskonstruktioner. Under de senaste decennierna har kunskaperna om tegelmurverk generellt minskat inom föreskrivande led (byggkonsulter, konstruktörer, arkitekter, projektledare, med flera yrkeskategorier) efterhand som äldre generationer lämnat aktiv tjänst. Denna utveckling har medfört ett ökat behov av kunskaper om tegel- och murverkskonstruktioner vid underhåll, reparation och ombyggnad av murade fasader.

Handboken siktar inte på att i sin helhet beskriva processen med att ta fram underlag för fasadrenovering och underhåll, som ritningar, beskrivningar, checklistor och liknande. Användare förutsätts vara väl bekanta med hur tekniska underlag normalt utarbetas. Syftet med handboken är istället att föra till de specifika kunskaper om murade konstruktioner och murverksmaterial som är väsentliga för de ställningstaganden som behöver göras i praktiska tillämpningar.

I sammanhang av underhåll och reparationer är det en god början att lära känna så mycket som möjligt av den byggnad man arbetar med. Förutom undersökningar på plats kan studier av befintligt ritningsunderlag och beskrivningar ge viktig information. Men det är inte alltid handlingar från ursprungligt uppförande finns kvar. I sådana fall kan exempelvis uppgift om när huset uppförts säga mycket om den byggnadsteknik som döljer sig innanför fasadlivet. En annan god inledande regel är att utgå från fasadernas aktuella tillstånd, att låta dessa ”tala” genom att tolka spår som tidens tand avsatt i fasaderna.

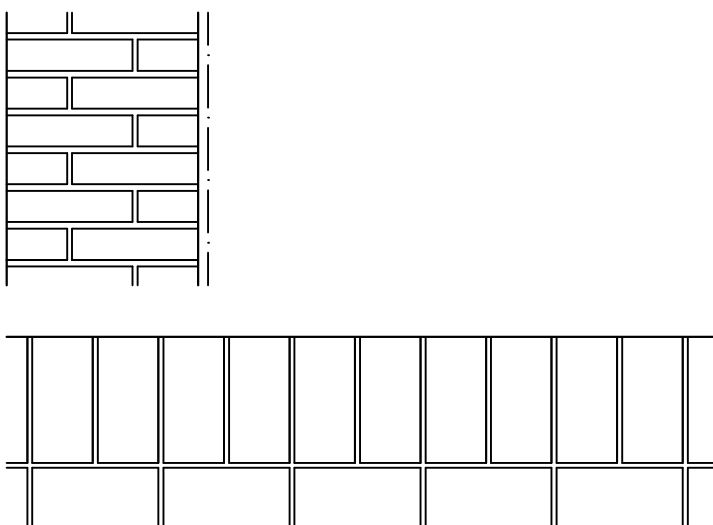
Handboken behandlar främst murverk från den, relativt sett, moderna perioden efter 1930. Under 1940- och 1950-talen fasades fullmurade tegelväggar efterhand ut. Kännedom om hur byggnadstekniken förändrades i övergången till skalmurverk är viktig i sammanhanget, varför de inledande kapitlen innefattar en beskrivning av byggnadsteknikens förändringar med början runt sekelskiftet 1900.

Emellanåt hävdas i det offentliga samtalet att för lite resurser avsätts för fastighetsunderhåll. Desto viktigare är det att resurserna satsas på de mest angelägna åtgärderna. Denna handbok siktar på att tillföra erforderligt kunskapsunderlag så att rationella beslutsunderlag om underhåll och reparation av tegelfasader kan tas fram.

FRÅN FULLMUR TILL SKALMUR

2.

BEFINTLIGA TEGELFASADER kan indelas i skalmurverk och fullmurar. Fullmurar, eller massivmurar, kännetecknas av att de byggs upp i hela sitt djup med enbart tegel och bruk. Det finns ingen luftspalt eller isolering i väggarna, figur 2:1.



Figur 2:1. I en fullmur utgörs hela väggtvärsnittet av tegel och murbruk.

Skalmurverk utgörs av $\frac{1}{2}$ -sten tegel. Detta skikt utgör fasad och kopplas via kramlor ihop med en bakomliggande stomme.

Förändringen från fullmurar till skalmurar skedde successivt och har samband med andra förändringar av byggnadsteknik och bygghetoder. Byggnadsåret är en bra indikation på vilken sorts byggnadsteknik som tillämpats i en specifik byggnad. I detta kapitel görs en sammanfattning av hur byggnadsteknik med tegelfasader förändrats principiellt från 1800-talets slut fram till 2000-talet.



Figur 2:2. Regelbundet förband med koppstenar (i detta fall munkförband) samt stor variation i form och kulör indikerar fullmurad konstruktion.

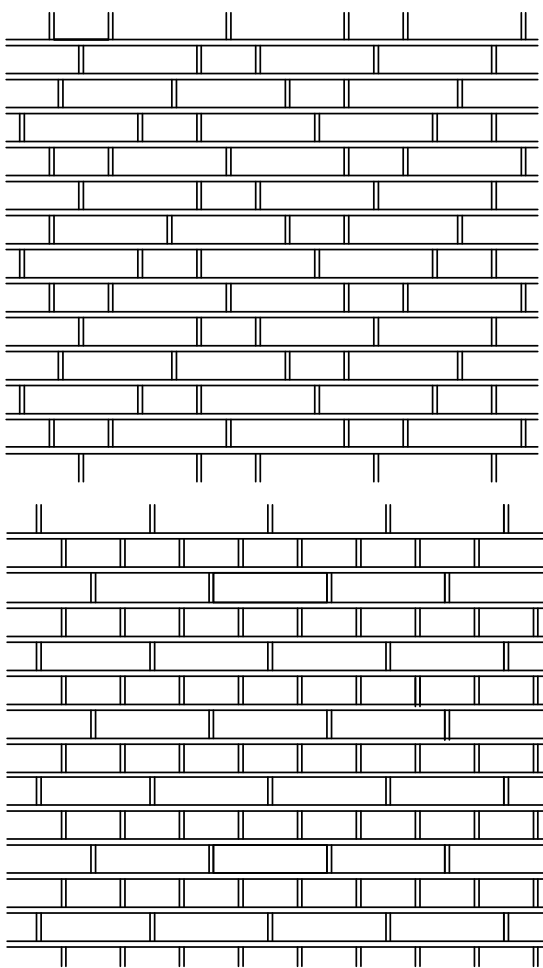


Figur 2:3. I denna fasad finns inte några koppstenar. Trots stor variation i form och kulör utgörs fasaden i detta fall av en skalmur.

2.1 Tegelmurverk från slutet av 1800-talet och 1900-talets inledning

Under 1800-talet och 1900-talets första decennier dominerades användningen av tegel i Sverige av fullmurar. Teglet murades i dessa med förband såväl i väggens eget plan som transversellt. Förbanden var oftast munkförband eller kryssförband, se exempel i figur 2:4. Murning utfördes med kalkbruk, av relativt låg hållfasthet. Förbandens koppstenar i fullmurar utgör bindare, som medför att det skapas ett konstruktivt samverkande tvärsnitt i väggens djupled.

För fullmurar gäller traditionellt att minst 20 procent av antalet tegelstenar ska muras som bindare.



Figur 2:4. Exempel på munkförband (ovan) och kryssförband (nedan). I munkförband läggs två löp följt av en kopp i alla skift. I kryssförband är vartannat skift koppskift och vartannat löpskift.



Figur 2:5. Ankarjärn som förankrar ihop bjälklag och vägg. Ankarjärnet har avslutats med en ögla, genom denna har ankarslut dragits.

Ytterväggar i byggnader med fullmurar som skulle värmas upp utfördes normalt i $1\frac{1}{2}$ -stens tjocklek, det vill säga väggdjup ca 380 mm exklusive invändig puts.

I tegeltillverkning skiljer man mellan fasadtegel och murtegel. Fasadtegel är hårdare bränt, har högre hållfasthet, låg vattensugning och används som yttersta skikt i oputsade fasader. Murtegel bränns inte lika hårt och suger därför betydligt mer vatten. Murtegel kan användas i innerväggar, i väggar som putsas utvändigt samt som mursten i delar av ytterväggar som inte exponeras i fasad.

Det kan finnas enstaka byggnader som uppförts med kanalmurar från tiden före 1930. Dessa utfördes i förekommande fall normalt med 2 st $\frac{1}{2}$ -stens skalmurar och en mellanliggande ca 50 mm luftspalt.

Vägg tjocklek i storleksordning 300–350 mm indikerar således kanalmur med 2 st $\frac{1}{2}$ -stens väggskal. Vägg tjocklek 380–400 mm signalerar $1\frac{1}{2}$ -stens fullmur och tjocklek runt 250 mm 1-stens fullmur.

Inmurade järn förekommer i detta bestånd emellanåt som synliga ankarjärn, figur 2:5. Dessa förankrar ihop bjälklag och vägg. Därigenom har de betydelse dels för byggnadens stabilitet gentemot horisontella laster och dels som knäckavstyvning för väggarna.

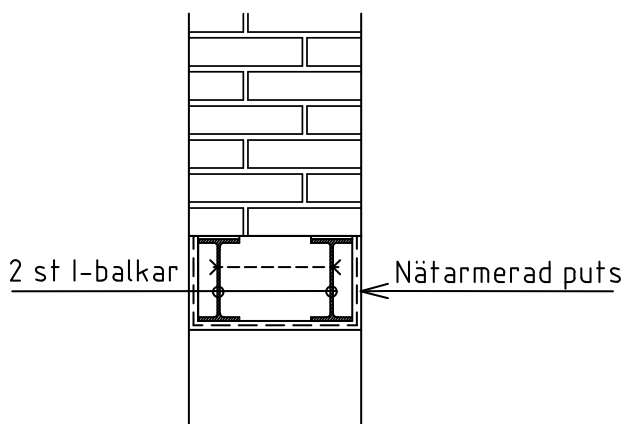
2.2 Fortfarande vanligt med fullmurar under 1930-talet

Användningen av tegel i ytterväggar dominerades fortfarande under 1930-talet av fullmurar. Ofta kombinerades dessa med träbjälklag i bostadsbyggnader.

Öppningar i murverk från perioden utfördes normalt med tämligen begränsad bredd. I tidskriften *Tegel* anges 1935 att öppningar upp till 2 meters bredd utfördes med slagna valv, figur 2.6, medan större öppningar utfördes med bärning av inmurade stålprofiler, som L-järn eller I-balkar, figur 2:7.



Figur 2:6. Bild av fönsteröppning med slaget valv



Figur 2:7. Öppning med bärning av 2 st I-profiler, ritad detalj efter förlaga i tidskriften *Tegel*.