LUND UNIVERSITY

Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning

Molnar, Miklos; Gustavsson, Tomas; Kahangi Shahreza, Seyedmohammad

2026

Link to publication

Citation for published version (APA):
Molnar, M., Gustavsson, T., & Kahangi Shahreza, S. (2026). *Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning*. (TVBK; Nr 3083). Lunds tekniska högskola, Avdelningen för konstruktionsteknik.

Total number of authors:
3

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Download date: 07. Nov. 2026

Rapport TVBK-3083

Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning

Miklós Molnár Tomas Gustavsson Mohammad Kahangi

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Rapport TVBK-3083

ISBN: 978-91-87993-34-3

ISBN digitalt: 978-91-87993-35-0

Lunds Tekniska Högskola

Avdelningen för Konstruktionsteknik

Box 118

221 00 Lund

Sverige

2026

Förord

Rapporten sammanfattar resultaten av projektet ”Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning”. Projektets syfte har varit att belysa det reella behovet av underhåll av tegelfasader, med fokus på omfogning av skalmursfasader från 1960-talet och senare.

Rapportens första del går igenom de viktigaste faktorerna som påverkar erodering av murfogar, en process som i längden bidrar till att partiell eller total omfogning kan behövas. Rapportens andra del presenterar resultaten av en kartläggning av faktiskt genomförda omfogningar på 600 byggnader i Uppsala, Göteborg/Mölndal och Lund. Rapporten avslutas med rekommendationer till hur ofta tegelskalmurar kan behöva omfogas.

Författarna hoppas att projektets resultat kan fungera som vägledning för rationella beslut om underhåll, med fasadens faktiska skick som utgångspunkt. Fastighetsägare, byggnadskonsulter och byggentreprenörer kan därmed spara resurser och sänka underhållskostnaderna. Resultaten kan även fungera som underlag för att bedöma tegelskalmurars klimatavtryck i samband med nybyggnation.

Projektet genomfördes vid Lunds tekniska högskola, Avdelningen för konstruktionsteknik, under 2025 – 2026. Projektet har finansierats av branschföreningarna Mur & Putsföretagen (MPF) och Tungt Murat och Putsat Byggande (TMPB) samt av Lunds tekniska högskola.

Speciellt tack riktas till personer som aktivt delat med sig av sina erfarenheter och kompetens – Bengt Wahlgren, byggnadsantikvarie, Restaurera AB, Malmö, Frej Josefsson, byggnadsingenjör/projektledare, Morneon Fasad AB, Malmö, Linnea Stolle, byggnadsantikvarie, Bevaring, Lund, Sven Olof Ahlberg, byggnadsantikvarie, Kulturbyggnadsbyrån AB, Lidköping, Tomas Lööw, murarmästare/projektledare, Puts och Plattsättnings AB, Stockholm, Tommy Fehrm, projektledare/murare, Tegelfogen AB, Göteborg samt Tor Ek, VD/murare, Kulturkalk Syd AB, Bjärred.

Författarna tackar också projektets referensgrupp, bestående av Johan Onno, VD, Mur och Putsföretagen, Anders Planensten och Jacob Steen, ordförande för föreningen Tungt Murat och Putsat Byggande (- 2025 respektive 2026 -), Carl Hansson, konstruktör, Brukspecialisten, Frej Josefsson, VD, Morneon Fasad AB, Jörn Andersson, ägare Mur & Putskonsult Jörn Andersson AB, Konrad Gran, produktchef, Finja Betong AB, Markus Assarsson, byggnadskonstruktör, Tyréns AB, Åke Nordlund, murverkssakkunnig konstruktör, Sweco AB.

Lund, sommaren 2026

Miklós Molnár, LTH Konstruktionsteknik

Tomas Gustavsson, Tomas Gustavsson konstruktioner AB

Mohammad Kahangi, LTH Konstruktionsteknik

Innehåll

Sammanfattning 5
1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Intervjuer angående erfarenheter av omfogning av äldre tegelfasader 7
2 Vilka faktorer påverkar erodering av murfogar? 9
2.1 Makromiljöns inverkan 9
2.2 Mikromiljöns inverkan 9
2.3 Fogbrukets hållfasthet 9
2.4 Fogningsmetod och utformning av fogen 11
3 Kartläggning av omfogning – faktiska åtgärder och bedömt behov 12
3.1 Metod 12
3.2 Osäkerheter kopplade till använd metod 14
3.3 Undersökningens omfattning 14
3.4 Resultat 15
3.4.1 Byggnadsålder 15
3.4.2 Geografiskt läge 17
3.4.3 Övriga resultat 18
3.5 Diskussion 18
3.5.1 Fogerosion 18
3.5.2 Omfogningsbehov 19
3.5.3 Resultatens giltighet 20
4 Slutsatser 21
5 Rekommendationer 22
Referenser och publikationer om underhåll av tegelfasader 23

Sammanfattning

Underhåll bidrar väsentligt till byggnaders klimatpåverkan. För att beräkningar av klimatpåverkan över hela livscykeln ska bli träffsäkra, bör antaganden som används i beräkningarna baseras på verifierade fakta.

Detta projekt har behandlat frågor kopplade till underhåll av tegelfasader, med fokus på omfogningsintervall för tegelskalmurar från 1960-talet och senare. Projektet har även berört frågan om hur behovet av omfogning ser ut i äldre tegelbyggnader.

Faktiskt genomförda omfogningar avseende tegelskalmurar från 1960-talet och senare har undersökts genom kartläggning av 600 byggnader i Uppsala, Göteborg/Mölndal och Lund. I samband med kartläggningen gjordes även en bedömning av behovet av omfogning. Observationer gjordes även avseende underhållsbehov kopplat till korroderande murverksarmering och frostskadat tegel, eftersom åtgärdande av dessa problem påverkar de närmast liggande murfogarna.

När det gäller behovet av omfogning i äldre tegelbyggnader, har sju intervjuer gjorts med personer med kompetens och erfarenhet inom fullmurat byggande – byggnadsantikvarier, byggnadsingenjörer och murningsentreprenörer.

Kartläggningen av faktiskt genomförda omfogningar visar att åtgärden har använts i drygt hälften av de undersökta byggnaderna som är 60 år gamla eller äldre. Partiell omfogning, vilket innebär att åtgärden begränsas till delar av fasaden, har varit vanligast.

Kartläggningen visar även att det finns en tydlig koppling mellan fogerosion/omfogning och byggnadernas geografiska läge. Fogerosion är intensivast i geografiska lägen med stora mängder slagregn och en förhärskande vindriktning, i Sverige främst västra och södra Götaland. I övriga Sverige är slagregnsmängderna mer begränsade och jämnt utspridda avseende väderstreck. Behovet av omfogning i dessa lägen är ytterst begränsat, ens efter 60 år.

Behovet av omfogning bedöms vara något större när byggnader ligger i direkt anslutning till hav, sjöar eller öppen terräng.

Svaren från personer med kompetens och erfarenhet inom murat byggande tyder på att det är vanligt förekommande att tegelfasader från perioden 1890 – 1945 inte är omfogade.

Med utgångspunkt i projektets resultat samt tidigare forskning kopplat till tegelunderhåll vid Lunds tekniska högskola, rekommenderas att:

- Omfogning bör övervägas först när murfogar har eroderats till ett djup som överstiger 5 - 6 millimeter.
- Partiell omfogning av fasadpartier med kraftig erosion är normalt tillräckligt ur ett tekniskt perspektiv.

Behov av omfogning i någon omfattning uppstår i stora delar av Sverige först efter 60 år. I västra och södra Götaland samt i lägen direkt vid hav, sjöar eller öppen terräng kan fogerosionen vara kraftigare. Genom att basera beslut om underhåll på fasadens faktiska tillstånd, finns goda möjligheter att spara resurser och sänka underhållskostnaderna.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det finns ett stort bestånd av tegelfasader i Sverige. I samband med FoU-projekt om murade fasader vid Lunds tekniska Högskola har den totala arean av dessa uppskattats överstiga 200 miljoner m^2. Inte minst är inslaget av tegelmurverk stort i flerbostadshus. Det betyder att frågan om hur dessa fasader underhålls kommer att ha stor inverkan på bland annat de framtida boendekostnaderna.

Tegel som fasadmaterial har en lång tradition i landet. Förväntat låga underhållskostnader, lång livslängd och potential till vackert åldrande har varit viktiga faktorer för att såväl byggherrar som arkitekter och andra aktörer ofta förordat tegel.

Liksom i andra sammanhang är grundliga kunskaper avgörande för att rationella beslut ska fattas. När det gäller tegelmurverk har yrkeskunskaperna generellt sett tunnats ut under senare decennier - äldre erfarna yrkespersoner har efterhand pensionerats medan byggutbildningar i allt mindre utsträckning kommit att innefatta murat byggande. Praktiska erfarenheter från äldre, fullmurade tegelkonstruktioner, som byggts för 100 - 150 år sedan, visar samtidigt att oputsat tegelmurverk kan ha livslängd långt bortom 100 år.

Under senare decennier har det blivit vanligt att heltäckande omfogning övervägs för skalmursfasader som byggts för 40 - 50 år sedan. I mallar för fastighetsunderhåll, vid LCA-beräkningar och andra, ofta styrande dokument, anges i vissa fall rentav ännu tätare intervall.

Projektet ”Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning” har fokus på det reella behovet av omfogning av skalmursfasader från 1960-talet och senare. Aktuella frågeställningar och bedömningar kan dock även vara tillämpliga för skalmursfasader från tidigare decennier, och i viss omfattning även för fullmurade tegelväggar.

En vanligt förekommande orsak till behov av att åtgärda fogar i tegelfasader från perioden 1940 - 1975 är att rostande armering i liggfogar orsakat sprickbildning. I den typen av fall är behovet av åtgärder, efterlagning, odiskutabelt. Men efterlagning av just de fogar där korrosionen orsakar, eller riskerar orsaka, sprickbildning har ofta visat sig vara tillräckligt. Kostnaden för sådana, avgränsade efterlagningsarbeten är mycket lägre och inte jämförbara med omfogning av hela fasader.

En central aspekt för behovet av omfogning av fasader i sin helhet är i vilken mån fogens yttersta del har slitits ned på grund av inverkan av fukt och frost, så kallad fogerosion. Denna process innebär att fogens yttersta del försvinner och kvarvarande fogs yta drar sig tillbaka inåt i murverket.

I projektet ”Underhållsintervall med utgångspunkt i rationella behov - omfogning” görs en kartläggning som stödjer rationella beslut och bedömningar avseende det reella behovet av omfogningsarbeten. Underhåll baserat på det verkliga behovet, istället för generella mallar, har potential till att minimera såväl kostnader som resursförbrukning till nytta för klimat och miljö.

1.2 Intervjuer angående erfarenheter av omfogning av äldre tegelfasader

I projektet fokuseras på skalmurar från 1960-talet och senare. Men det kan i detta sammanhang vara av intresse att något beröra hur behovet av omfogning ser ut och hanteras i äldre tegelbyggnader. I projektet har därför dokumenterade intervjuer genomförts med sju personer, informanter, som alla har omfattande erfarenheter av renovering av fullmurade tegelkonstruktioner, från slutet av 1800-talet och inledningen av 1900-talet. Intervjuerna genomfördes från projektets sida av Tomas Gustavsson, praktiserande byggnadskonsult och murverksforskare.

Följande personer intervjuades: Bengt Wahlgren, byggnadsantikvarie, Restaurera AB, Malmö, Frej Josefsson, byggnadsingenjör/projektledare, Morneon Fasad AB, Malmö, Linnea Stolle, byggnadsantikvarie, Bevaring, Lund, Sven Olof Ahlberg, byggnadsantikvarie, Kulturbyggnadsbyrån AB, Lidköping, Tomas Lööw, murarmästare/projektledare, Puts och Plattsättnings AB, Stockholm, Tommy Fehrm, projektledare/murare, Tegelfogen AB, Göteborg samt Tor Ek, VD/murare, Kulturkalk Syd AB, Bjärred.

Kort efter varje intervju skickades en sammanfattande redogörelse av svar och diskussioner till respektive informant. Vid utskicket uppmanades dessa, om de önskade, att återkomma med synpunkter på dokumentationen.

De frågor som togs upp vid intervjuerna var, förutom att intervjupersonerna redogjorde för sin bakgrund och roll i respektive företag:

1. Finns det enligt respektive informants erfarenhet tegelfasader byggda uppskattningsvis mellan 1890 och 1945 som inte är omfogade?
2. Om svaret är ja på föregående fråga – är det endast enstaka undantagsfall, ”ett och annat” eller är det relativt vanligt?
3. I fullmurade konstruktioner är vanligen fogning utförd som efterfogning. Är det din uppfattning att fogbruket normalt är starkare eller svagare än innanför liggande murbruk?
4. Hur bedömer du generellt livslängden för fogar utförda med KC-bruk i fasader från perioden efter 1945 jämfört med fogar i fullmurade fasader som är utförda tidigare än 1945?

Beträffande de två första frågorna rådde konsensus om att det är vanligt förekommande att tegelfasader från den aktuella tidperioden inte fogats om.[1] Dock förekommer i en del att mindre partier av murverket fogats om, vilket kan ha motiverats av olika saker, till exempel korrosion av inmurade balkar, järndetaljer, särskild och liknande. I diskussionen om dessa frågor framkom att informanterna anser att det märks tydligt huruvida omfogning skett. När man avlägsnar det gamla fogbruket avtecknar sig en front, i ej omfogat murverk, som består av det ursprungliga murbruket. Detta har normalt en annorlunda sammansättning och en yta som härrör från murningsmomenten. Om omfogning utförts har de verktyg som använts lämnat spår i ytan, den får en annorlunda prägel efter omfogning. En annan indikation är att fogbruket i äldre murverkskonstruktioner ofta utgörs av ett endast 4 - 10 mm tjockt lager. Om omfogning skett

[1] Undantag från detta kan vara fasader i utsatta väderstreck i Göteborg och andra delar av västkusten.

hade fogdjupet varit betydligt större, snarare 20 - 25 mm. Fogar som formats med slevdragning (metallverktyg), inte med träpinne, är också ett vanligt kännetecken för ursprungliga fogar.

I samband med diskussion angående fråga tre framgick att efterfogning är vanligast i fullmurar från den aktuella perioden, men även fogning direkt vid murning förekommer. Efterfogning med starka, ofta cementhaltiga bruk med litet djup, t.ex. från några få mm upp till ca 10 mm, förekommer i hela landet, men kan vara vanligare i Skåne än i övriga delar. Denna typ av fogar kan idag i delar uppvisa sprickor, men de har i huvudsak fungerat väl. Särskilt vanligt är cementrika fogar i fasader med förbländertegel. Efterfogning med kalkbruk är också vanligt i äldre fullmurar.

I den fjärde frågan, om generell bedömning av livslängden för fogar utförda med KC-bruk från perioden efter 1945 jämfört med fullmurade fasader, framkom inte gemensamma, tydliga ställningstaganden av informanterna. En orsak till detta kan vara att de flesta i gruppen mest arbetar med äldre fullmurar och har relativt begränsad erfarenhet av skalmurar från 1960-talet och senare.

2 Vilka faktorer påverkar erodering av murfogar?

Risken för erosion av fogar i utvändiga, oputsade tegelmurverk bestäms framförallt av:

- Makromiljön, det vill säga mer övergripande klimatförhållanden
- Mikromiljön för murverksdelen i den aktuella byggnaden
- Hållfastheten i fogbruket
- Fogningsmetod och utformning av fogen

2.1 Makromiljöns inverkan

Makromiljöns inverkan handlar framförallt om frekvensen och mängden slagregn, det vill säga regn i kombination med vind, i aktuell region. Andra viktiga aspekter är förhärskande vindriktning och temperaturskiftningar. Erosionen är störst i väderstreck som är mest utsatta för vind i kombination med regn och temperaturskiftningar.

Fogbruk kan efterhand eroderas av vatten som sköljer över ytan, men hastigheten som detta sker med ökar om bruket samtidigt är utsatt för varierande temperaturer, framförallt om plusgrader övergår i minusgrader.

I Sverige är västlig och sydvästlig vindriktning normalt förhärskande under större delen av året. Särskilt tydligt gäller detta västra och södra delen av Götaland, i andra regioner är skillnaderna mindre tydliga mellan fasader i olika väderstreck (Figur 2.1).

2.2 Mikromiljöns inverkan

Mikromiljöns inverkan på fogerosion handlar om de klimatförhållanden som gäller i en avgränsad del av en byggnad. Utsattheten påverkas till exempel av omkringliggande bebyggelse, vegetation och topografi.

Ofta är dock byggnadstekniska lösningar avgörande för hur mikroklimatet påverkar tegelfasader. Som exempel på detta kan nämnas utkragande takfot, som ger skydd för den översta delen av en skalmur - som annars är mest utsatt för slagregn. Andra exempel är hur vatten avbördas från fönster- och glaspartier samt om murverk kan suga upp vatten kapillärt från mark.

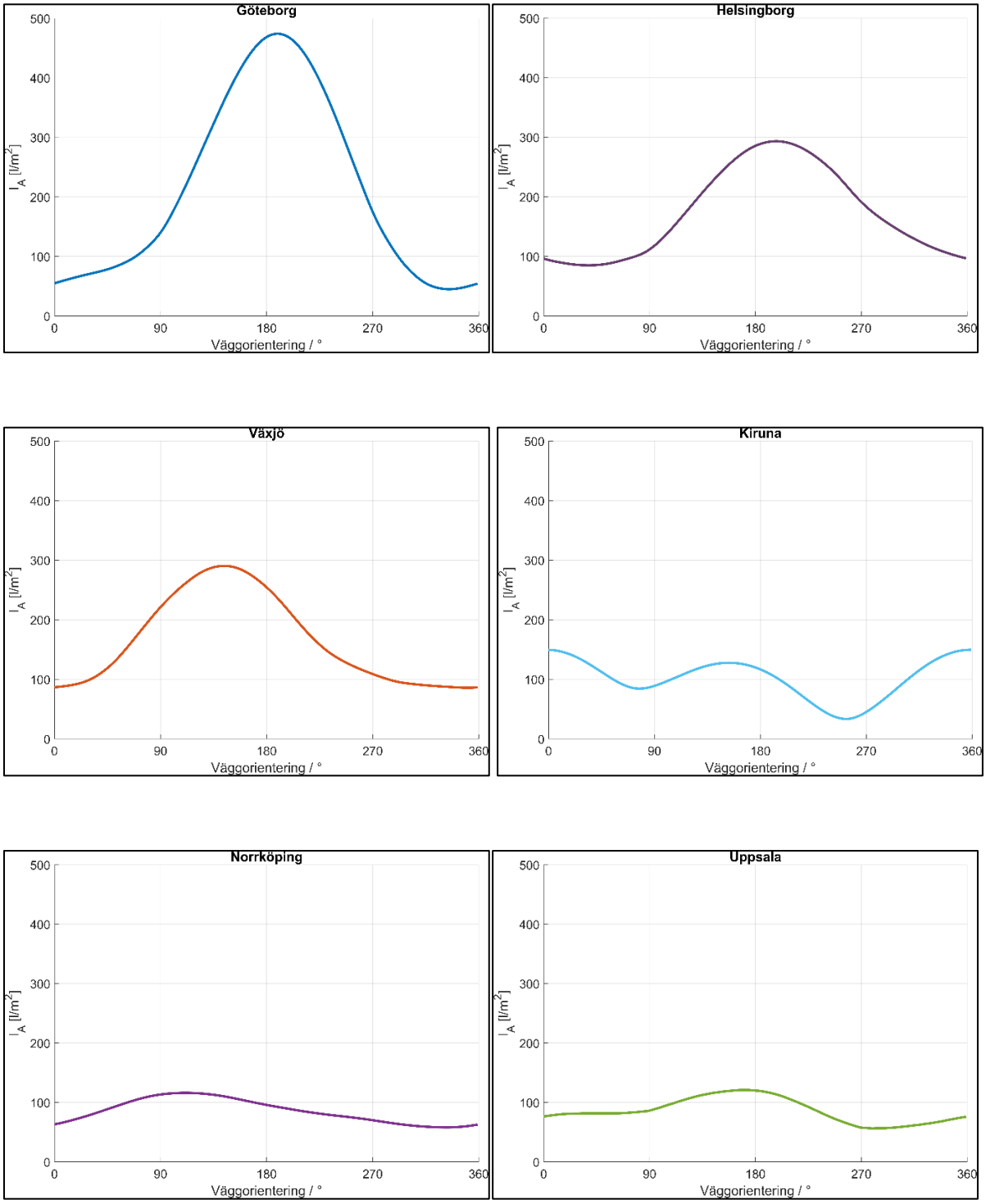
2.3 Fogbrukets hållfasthet

Högre hållfasthet i den yttersta delen av fogarna innebär i och för sig att resistensen mot erosion är större, men frågan är betydligt mer komplex än så. Högre hållfasthet medför i murverksammanhang också att sprickbenägenheten ökar, liksom minskande förmåga att ta upp fukt- och temperaturrörelser utan sprickbildning.

Porositeten i bruket är också avgörande för frostresistensen, om det finns plats för vatten att expandera när temperaturen sjunker under noll minskar risker för att bruket får frostskador.

Generellt sett har starkare bruk, antingen KC-bruk eller rena cementbruk, använts vid murning av skalmurar i stort sett sedan 1940-talet. Före denna tid dominerades det murade byggandet av

fullmurar, det vill säga massiva tegelmurverk utan luftspalt, isolering eller andra skikt. Dessa murades normalt med betydligt svagare bruk, kalkbruk - med lufthärdande kalk som bindemedel.



Figur 2.1 Årlig slagregnsindex I_A i liter per kvadratmeter vertikal väggyta (EN ISO 15927-3) för sex orter i Sverige. Väderstrecken norr, öster, söder och väster motsvarar 0 (360), 90, 180 respektive 270 grader. Data från SMHI, för perioden 2006 - 2025.

Men bindemedelstyp och halten bindemedel bestämmer inte helt vilken hållfasthet som uppnås i bruket, förhållandena i samband med brukets hårdnande har också väsentlig betydelse. I detta sammanhang blir teglets egenskaper, framförallt dess vattensugning, en viktig parameter. Om teglet suger mycket vatten från det färska bruket tenderar bruket att få lägre hållfasthet, på grund av att vattenhalten blir för låg när bruket hårdnar. Också för fallet att teglet suger särskilt lite vatten kan problem uppkomma. I sistnämnda fall kan hög vattenhalt vid hårdnandet medföra att det hårdnade brukets porositet blir hög och att hållfastheten i bruket blir låg.

En viktig aspekt för förståelse av tegel som byggnadsmaterial är att variationen i egenskaper är mycket stor, jämfört med andra materialslag. Hårdbrända tegelstenar kan till exempel ha mycket låg vattenupptagning och hög hållfasthet medan svagt brända tegel suger mycket vatten och har låg hållfasthet.

Men det är inte endast bränningsgraden som har betydelse, teglets egenskaper bestäms också bland annat av lerans mineralinnehåll och i vilken omfattning den magrats innan formning och bränning. Magring utförs normalt genom inblandning av sand eller grus, men även rester från tidigare bränning (tegelmjöl eller chamotte) har använts.

2.4 Fogningsmetod och utformning av fogen

Fogning kan antingen ske direkt i samband med murning eller som ett särskilt moment efter murning, efterfogning. Fram till 1970-talet dominerade efterfogning, även om fogning i samband med murning också förekommit i äldre murverk.

Vid efterfogning kratsas fogen ur ca 1,5 - 2 fogbredd i samband med murningen. Vid efterföljande fogning komprimeras bruket med stålslev när det läggs på. Fogningen avslutas med fogstrykning, normalt med fogpinne av trä eller med stålslev (slevdragen fog). I skalmurar från efterkrigstiden är fogstrykning med stålslev relativt ovanligt, men förekommer. I äldre fullmurar är slevdragning vanligt.

I efterfogat murverk förekommer inte sällan att några centimeter korta bitar av fogen släppt i en del lägen, medan resterande del av fogarna är intakta.

Fogens utformning kan också ha betydelse för erosionsförloppet. De båda motpolerna i detta avseende är fogar som skjuter fram utanför tegelliv (slevdragna fogtyper som främst förekommer i äldre fullmurar) respektive tryckt (urkratsad) fog. Utskjutande fogar är naturligtvis mer utsatta för erosion än släta fogar, medan urkratsade fogar vanligtvis inte har eroderats.

3 Kartläggning av omfogning – faktiska åtgärder och bedömt behov

3.1 Metod

Faktiskt genomförd omfogning i byggnadsbeståndet med tegelskalmurar av olika ålder undersöktes i form av en kartläggning i Lund, Göteborg/Mölndal och Uppsala under perioden augusti 2025 – mars 2026. På de tre orterna finns det gott om byggnader med tegelskalmurar från 1960-talet och framåt.

När det gäller utsatthet för slagregn, den viktigaste klimatfaktorn bakom fogerosion, finns en tydlig skillnad mellan de tre orterna. Minst slagregn förekommer i Uppsala, cirka 360 l/m^2/år. I Lund och Göteborg, är slagregnsmängderna betydligt högre, cirka 560 respektive 750 l/m^2/år.

Huruvida en skalmur har blivit omfogad, bedömdes okulärt från marknivå. All kartläggning i projektet genomfördes av Miklós Molnár, murverksforskare och praktiserande murverkskonsult.

Följande kriterier användes för att bedöma om en skalmur har blivit omfogad:

1. Fogar med sandkorn täckta av bindemedelsrester indikerar att omfogning genomförts förhållandevis nyligen. Murfogar där sandkornen täcks av en hinna av cement tenderar att ha en gråaktig kulör.

2. Grövre sandkorn som sticker upp ur fogytan tyder på att bindemedel och finare sandkorn har eroderats bort. Även sandkorn som lätt kan petas bort från fogen för hand tyder på fogerosion. Omfogning har sannolikt inte genomförts. Figur 3.1 visar närbilder på murfogar med begränsad (vänster) respektive kraftigare erosion (höger).

3. Synliga skillnader i erosionsdjup mellan en skalmurs mer utsatta respektive skyddade partier. Exempelvis tenderar murpartier närmast hörn och murkrön att eroderas mer än murpartier centralt på skalmuren. Olika erosionsdjup kan även resultera i skillnader i kulör och, i släpljus, skillnader i skuggverkan.

När partiell omfogning har genomförts med omsorg krävs noggranna observationer för att upptäcka skillnader mellan ursprungliga och åtgärdade murpartier. När partiell omfogning eller lokala lagningar genomförts mindre omsorgsfullt, kan tydliga skillnader finnas mellan ursprungliga och åtgärdade partier.

När det gäller bedömning av behovet av omfogning, partiellt eller totalt, användes följande tekniska kriterier:

- Erosionsdjup över 3 – 4 millimeter.
- Förekomst av löst fogbruk.

Tillstånd kopplade till tegelfasaders naturliga åldrande, såsom nedsmutsning eller påväxt, har inte ansetts kräva någon omfogning.

Figur 3.1 (Vänster) Närbild på murfog i skyddat läge, utan märkbar erosion; (Höger) Närbild på murfog i slagregnsutsatt läge i samma fasad. Frilagda sandkorn tyder på erosion (höger). Lund, byggnadsår 1965.

Utöver fogerosion, har även förekomst av andra tillstånd som kan kräva underhålls- eller reparationsåtgärder registrerats, nämligen:

- Frostskadat tegel
- Sprickor orsakade av korroderande armering
- Sprickor orsakade av hindrade rörelser (tvångssprickor).

Åtgärder kopplade till dessa tillstånd kräver normalt även lokal lagning av murfogarna. Den här typen av lagningar har inte likställts med partiell omfogning.

Digitala källor, såsom kommunens ritningsarkiv, sökningar på internet och ägarens hemsida användes för att ta fram data om:

- Byggnadsår
- Ägare
- Fasadunderhåll

Information om byggnadernas ägare och områdenas storlek hämtades även från områdeskartor och trapphusskyltar. I enstaka fall lämnades uppgifter om byggnaderna av ägarna, genom e-postkorrespondens.

För att stärka underlagets enhetlighet, har bara byggnader som används som bostäder undersökts. Tyngdpunkten i undersökningen har legat på flerbostadshus och radhus, eftersom den här typen av byggnader normalt är mer lättåtkomliga för inspektion än enfamiljshus. Utgångspunkten för undersökningen har varit enskilda byggnader eller grupper av sådana, vilka:

- Omfattas av samma bygglov, vilket normalt innebär en enhetlig arkitektonisk och teknisk utformning.
- Ägs av samma kategori av ägare; allmännyttan, privata aktörer eller bostadsrättföreningar.

Enheter som uppfyller dessa förutsättningar kallas för områden. Anledningen till att undersöka byggnader på områdesnivå är, utöver den gestaltningsmässiga och tekniska enhetligheten, att beslut om underhåll fattas av ägaren, inte av användaren. Detta gäller främst hyresbostäder och bostadsrättsföreningar. I fallet med privat ägda enfamiljshus är dock ägaren normalt densamma som användaren.

3.2 Osäkerheter kopplade till använd metod

Undersökningen av tegelskalmurarna genomfördes från marknivå, vilket kan ha medfört mindre träffsäkra bedömningar av tillståndet hos högt belägna fasadpartier. Osäkerheter kan exempelvis ha uppstått vid undersökning av fasadpartier över tredje våningsplan, främst avseende erosionsdjupet.

Bedömning av behovet av omfogning kan ha påverkats av undersökningspersonens förförståelse. Det handlar främst om fall där det ur ett tekniskt perspektiv partiell omfogning kan utgöra en rationell åtgärd. I samband med diskussioner inom projektets referensgrupp framkom dock att total omfogning ibland genomförs i samband med renovering av tak eller byte av fönster – detta eftersom byggnadsställningarna redan är på plats.

Den eroderande effekten av slagregn hänger starkt ihop med vindtrycket, vilket är kopplat till vindens hastighet. En annan faktor som påverkar vindtrycket är terrängens råhet samt bebyggelsens täthet och höjd, se Boverkets byggregler BFS 2024:6, avsnitt Vindlast. Kriterierna för bedömning av aktuell terrängtyp är inte skarpa, vilket i en del fall kan öppna för subjektiva bedömningar. När det gäller den här undersökningen har merparten av byggnaderna bedömts omges av terrängtyp IV. Enstaka objekt har dock legat på klippavsatser högt över den omgivande terrängen, vilket borde motsvara terrängtyp II eller III.

3.3 Undersökningens omfattning

Totalt undersöktes 66 områden. Detaljer om områdena framgår av Bilaga 1.

I Uppsala undersöktes 26 områden, mestadels i stadsdelar i utkanten av staden. De undersökta byggnaderna uppfördes mellan 1960 – 1993.

I Göteborg och Mölndal undersöktes 28 områden, med en jämn blandning när det gäller områdenas läge i förhållande till centrum. De undersökta byggnaderna uppfördes mellan 1964 – 1991. I fortsättningen benämns dessa två orter under samlingsnamnet Göteborg.

I Lund undersöktes 12 områden, mestadels i de västra stadsdelarna. De undersökta byggnaderna uppfördes mellan 1965 - 2000.

Undersökningen omfattar totalt 605 byggnader, med mellan 2 – 9 våningsplan. För att bättre återspegla involverade fasadytor, sammanställs undersökningens resultat även genom att vikta antal byggnader med antal våningar. Detta innebär att ett område bestående av 9 byggnader med 3 våningar får viktningstalet 27 medan ett område med 7 byggnader med 7 våningar får viktningstalet 49.

3.4 Resultat

I avsnitt 3.4.1 och 3.4.2 redovisas undersökningens resultat avseende genomförd omfogning samt behov av omfogning. I avsnitt 3.4.3 redovisas andra iakttagelser kopplade till behov av underhåll, så som frostskadat tegel samt sprickor orsakade av korroderande armering eller hindrade rörelser (tvångssprickor).

3.4.1 Byggnadsålder

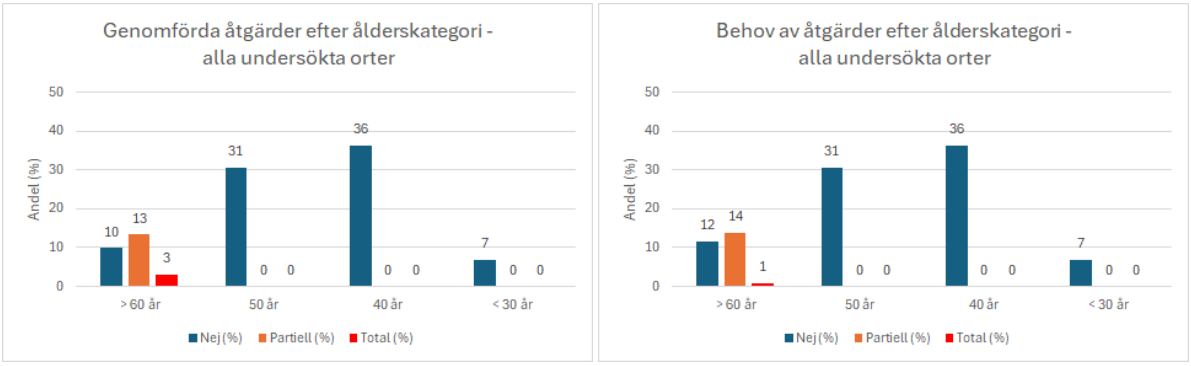
Byggnaderna i undersökningen uppfördes mellan 1960 – 2000. Baserat på projektgenomförarnas erfarenhet, har byggnader uppförda efter år 2000 bedömts inte vara i behöv av omfogning.

För att göra presentationen av resultaten mer överskådlig, har områdena delats in i fyra ålderskategorier, se Tabell 3.1. Tyngdpunkten har legat på områden uppförda före 1980, där omfogningsfrekvens och behov av omfogning bedömdes vara som störst.

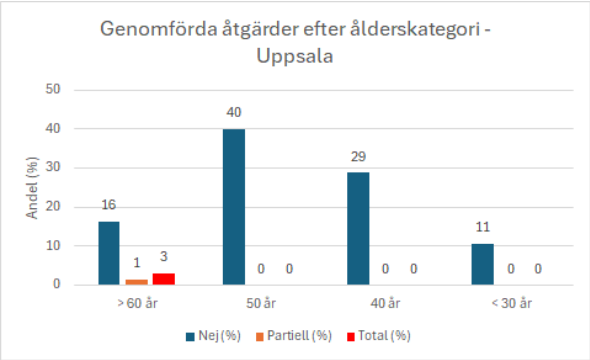
Tabell 3.1 Definition av ålderskategorier och fördelning på områdesnivå

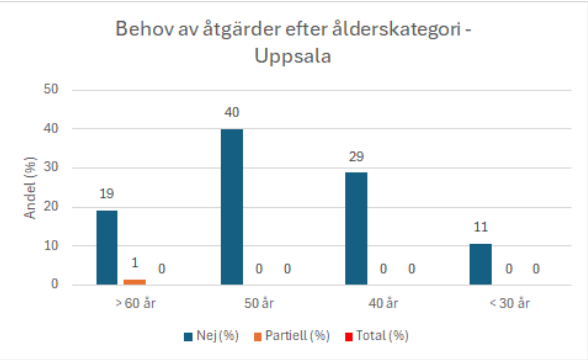
Ålderskategori (år)	**Byggnadsår**	**Antal områden**	**Andel (%)**
60 år eller äldre (>60)	Före 1972	23	35
50	1972 – 1981	19	29
40	1982 – 1991	16	24
30 år eller yngre (<30)	Efter 1991	8	12

Figurerna 3.1 – 3.4 visar genomförd omfogning (vänster) respektive behov av densamma (höger). Antal byggnader har viktats med antal våningsplan, se sista stycket i avsnitt 3.3.

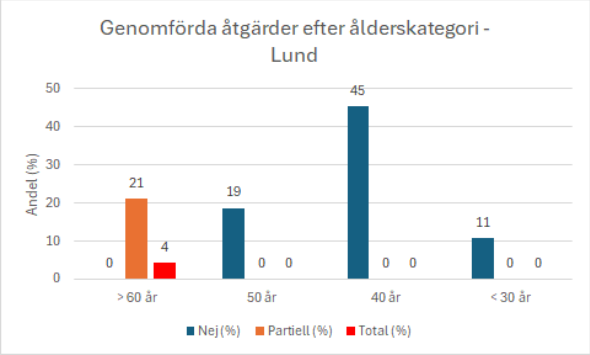


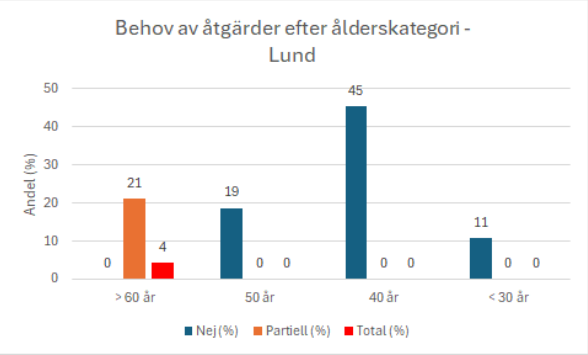
Figur 3.1 Genomförd (vänster) respektive behov av omfogning (höger), efter ålderskategori – alla undersökta orter. Antal byggnader har viktats med antal våningsplan.



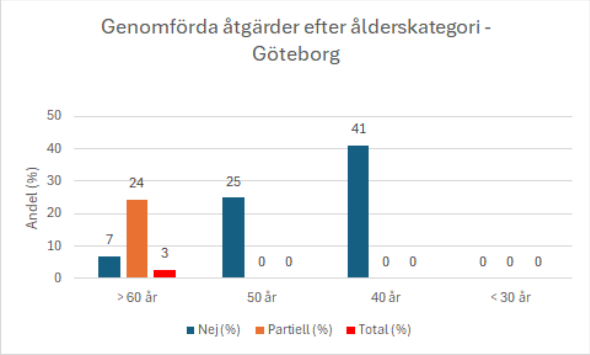


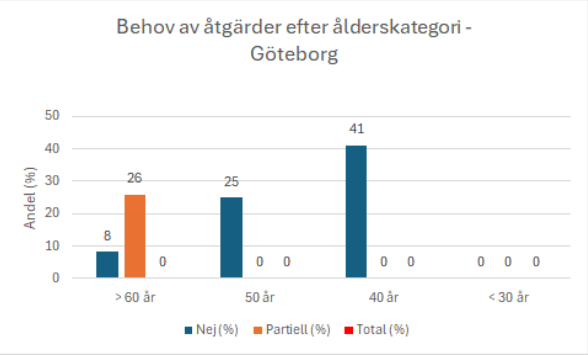
Figur 3.2 Genomförd (vänster) respektive behov av omfogning (höger), efter ålderskategori – Uppsala. Antal byggnader har viktats med antal våningsplan.





Figur 3.3 Genomförd (vänster) respektive behov av omfogning (höger), efter ålderskategori – Lund. Antal byggnader har viktats med antal våningsplan.





Figur 3.4 Genomförd (vänster) respektive behov av omfogning (höger), efter ålderskategori – Göteborg. Antal byggnader har viktats med antal våningsplan.

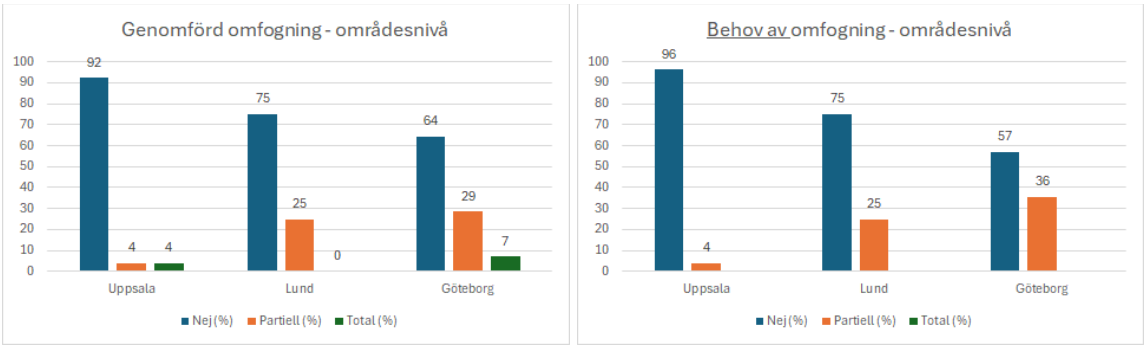
Av Figur 3.1 – 3.4 framgår att omfogning har gjorts på 60 år gamla fasader. På fasader av senare byggnadsår har det i de undersökta områdena inte registrerats någon omfogning, varken partiell eller total. Behovet av omfogning följer ett mönster som är snarlik det för genomförd omfogning. Uppsala skiljer sig från Lund och Göteborg genom lägre andel genomförda samt lägre behov av omfogningar.

3.4.2 Geografiskt läge

När det gäller geografiskt läge, har undersökningens resultat sammanställts på tre nivåer:

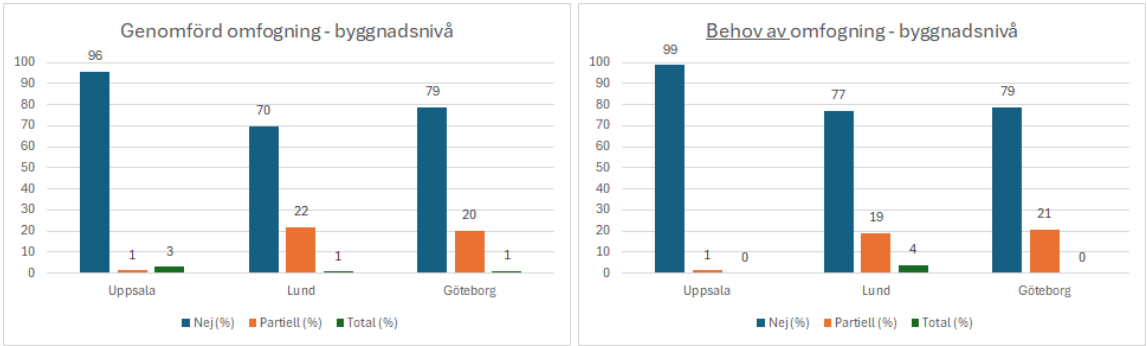
- Områdesnivå (Figur 3.5)
- Byggnadsnivå (Figur 3.6)
- Nivå där antal byggnader har viktats med antal våningar (Figur 3.7).

Av Figur 3.5 framgår att i Uppsala är en klar majoritet av fasaderna inte omfogade och undersökningen har gjort bedömningen att behovet av omfogning är mycket begränsad. I Lund och Göteborg har partiell omfogning genomförts på cirka 25 procent av fasaderna. I Göteborg har total omfogning gjorts på ett fåtal områden. När det gäller behov av omfogning, ligger behovet av partiell omfogning i Lund och Göteborg på cirka 30 procent medan motsvarande behov i Uppsala är mycket begränsat. Undersökningen har inte identifierat något behov av total omfogning på områdesnivå.



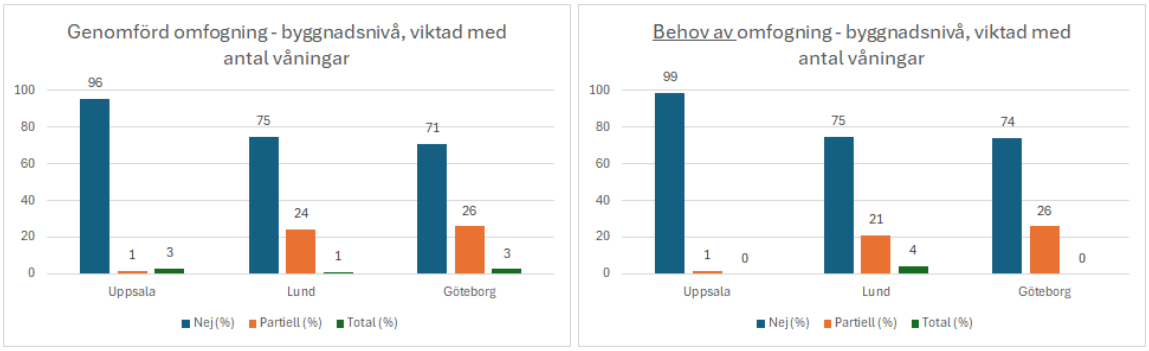
Figur 3.5 Genomförd (vänster) vs bedömt behov (höger) av omfogning – sammanställning på områdesnivå.

När resultaten analyseras på byggnadsnivå, se Figur 3.6, har partiell omfogning gjorts på cirka 20 procent av byggnaderna i Lund respektive Göteborg. Motsvarande andel i Uppsala är en procent. Snarlika siffror gäller även avseende behovet av partiell omfogning. När det gäller total omfogning, har åtgärden genomförts på mellan 1 – 3 procent av byggnaderna medan behovet ligger mellan 0 – 4 procent.



Figur 3.6 Genomförd (vänster) vs bedömt behov (höger) av omfogning – sammanställning på byggnadsnivå.

När antal byggnader har viktats med antal våningar, se Figur 3.7, är siffrorna några procentenheter högre än när man har tittat på byggnadsnivå. Förklaringen är att fogerosion är kraftigare på högt belägna fasadpartier.



Figur 3.7 Genomförd (vänster) vs bedömt behov (höger) av omfogning – sammanställning på byggnadsnivå, viktat med antal våningar.

3.4.3 Övriga resultat

Frostskadat tegel har observerats i cirka 40 procent av de undersökta områdena. Störst andel områden med frostskador observerades i Göteborg med drygt 50 procent. I Lund och Uppsala observerades frostskador i cirka 30 procent av områdena. Störst förekomst av frostskadat tegel observerades i områden från 1960- respektive 1980-talet. I beståndet från 1960-talet kopplas frostskador främst till gittertegel, ett strängpressat tegel med hög andel hål. Hög förekomst av frostskadat tegel i områden från 1980-talet hänger sannolikt ihop med trenden att blanda gul- och rödbrännande lera. Även låg bränningsgrad och tillverkning genom strängpressning kan ha bidragit till dålig frostbeständighet. Nästan allt frostskadat tegel var håltegel.

Sprickor orsakade av korroderande armering, inklusive lagningar som kopplas till dessa sprickor, har observerats i cirka 25 procent av de undersökta områdena. Störst andel områden med korrosionsrelaterade sprickor, cirka 35 procent, observerades i Lund och Göteborg. Motsvarande siffra för Uppsala är 15 procent. Skadetypen förekommer i områden uppförda fram till slutet av 1970-talet och det hänger samman med användning av fogarmering med bristande korrosionsskydd.

Tvångssprickor har observerats i cirka 15 procent av de undersökta områdena.

3.5 Diskussion

3.5.1 Fogerosion

Undersökningen visar att det finns en tydlig koppling mellan en fasads utsatthet för slagregn och murfogarnas erosion. Här bör utsatthet tolkas som den samlande effekten av slagregnshändelser över tid, vilket beror på:

- Byggnadens ålder, eftersom antal slagregnshändelser en fasad utsätts för ökar över tid.

- Det geografiska läget, eftersom slagregnsmängderna varierar stort över landet. Exempelvis är slagregnsindex för det mest utsatta väderstrecket 130 och 470 liter per kvadratmeter för Uppsala respektive Göteborg (Figur 2.1).

Det är värt att uppmärksamma att fasader som vetter åt andra väderstreck än de(t) mest utsatta kan få väsentligt mindre slagregn. Exempelvis är slagregnsindex för de minst utsatta väderstrecken 80 och 60 liter per kvadratmeter i Uppsala respektive Göteborg (Figur 2.1).

Detta betyder att murfogarna i fasader som vetter mot olika väderstreck kan eroderas olika mycket. Omfogning av den mest utsatta fasaden, istället för alla fasader på en byggnad, kan därför ofta vara tillräcklig.

Den eroderande effekten hos slagregn påverkas även av vindstyrkan, vilket beror på:

- Det geografiska läget, främst genom närheten till västkusten. Ju närmare västkusten, desto starkare vindar.
- Den omgivande terrängens kupering och växtlighet samt den omgivande bebyggelsens höjd och täthet. Sänkor, växtlighet och byggnader bromsar vindstyrkan.
- Fasadens höjd över den omgivande marknivån, eftersom vindstyrkan ökar successivt med byggnadens höjd. Exempelvis är vindtrycket 20 meter över marknivå 50 procent högre än 2 meter över marknivå.
- Läget på fasaden, där hörn och murkrön är mer utsatta än övriga fasaden.

Merparten av de undersökta områdena, främst i Göteborg och Uppsala är belägna i lätt kuperad terräng med skogsliknande växtlighet, vilket betyder att byggnaderna i dessa områden är förhållandevis väl skyddade från kraftigt slagregn.

Dessa skillnader i utsatthet för slagregn pekar återigen mot att partiell omfogning kan vara en rationell lösning ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv.

3.5.2 Omfogningsbehov

Undersökningen visar att behov av omfogning uppstår först efter 60 år, då främst i klimat med stora slagregnsmängder. I Sverige handlar det huvudsakligen om västkusten. Men även i dessa områden handlar det främst om behov av partiell omfogning av fasadernas mest utsatta delar. I klimat med begränsade slagregnsmängder är behovet av omfogning väsentlig mindre, under 5 procent.

Inom samma geografiska läge påverkas behovet av omfogning av fasadens höjd och den omgivande terrängens och bebyggelsens beskaffenhet. I fasader med en höjd under 12 meter i vindskyddad omgivning föreligger sällan något behov av omfogning ens efter 60 år. En bedömning baserad på projektgenomförarnas erfarenhet och resultaten från intervjuerna i avsnitt 1.2 är att den här typen av fasader inte kommer att kräva annat än partiell omfogning av begränsad omfattning.

Sedan 1990-talet har många bostäder uppförts i havsnära läge. I dessa lägen förväntas fogerosion leda till att behov av omfogning uppstår tidigare än i områden som har ingått i denna undersökning.

3.5.3 Resultatens giltighet

Av undersökningsresultaten framgår tydligt att makroklimatet har stor inverkan på murfogars erosion, främst genom mängden slagregn. I områden med stora mängder slagregn och där det finns en dominerande riktning för slagregnet, såsom i Lund och Göteborg/Mölndal har omfogning i någon omfattning genomförts i cirka 25 respektive 30 procent av områdena. I Uppsala, där slagregnsmängderna är lägre och mer jämnt utspridda när det gäller väderstreck, är motsvarande siffra cirka 10 procent.

Med kännedom om hur slagregnsmängder och dominerande slagregnsriktning ser ut på sex olika orter, pekar undersökningen på att murfogar eroderas olika hårt i olika delar av Sverige. Kraftigast fogerosion förväntas således förekomma i västra och södra Götaland, där slagregnsmängderna är förhållandevis stora och det finns en dominerande vindriktning, se Figur 2.1. I övriga Sverige är slagregnsmängderna förhållandevis låga och mer jämnt utspridda på olika väderstreck. I dessa områden förväntas fogerosion ske mycket långsamt.

4 Slutsatser

Kartläggningen av tegelskalmurars tillstånd som genomfördes under hösten 2025 och våren 2026 i Uppsala, Göteborg/Mölndal och Lund visar att:

1. Total omfogning har genomförts i mycket begränsad omfattning, främst kopplat till fasader som är 60 år gamla eller äldre.

2. Partiell omfogning har genomförts på cirka hälften av fasader som är 60 år eller äldre.

3. Omfogning har främst genomförts i Göteborg/Mölndal och Lund, orter där fasader utsätts för stora slagregnsmängder.

När det gäller fogerosion och därmed behov av omfogning dras följande slutsatser:

4. Betydande fogerosion i tegelskalmurar uppkommer först efter 50 - 60 år, i geografiska lägen med stora slagregnsmängder.

5. Kraftig fogerosion är ofta kopplad till fasader som vetter mot den dominerande vindriktningen. Under svenska förhållanden handlar det främst om västra och södra Götaland.

6. Fogerosionen är kraftigast i närheten av hörn och byggnadskrön.

7. Omfogning kan i många fall begränsas till fasader som vetter mot de mest utsatta väderstrecken samt till de mest utsatta delarna av fasaden.

8. Partiell omfogning av fasadpartier med kraftigt eroderade murfogar bedöms vara en rationell åtgärd som kan spara på både materiella och ekonomiska resurser.

5 Rekommendationer

Med utgångspunkt i kartläggningen i presenterat projekt och tidigare forskning, rekommenderas följande:

1. Omfogning av tegelskalmurar bör övervägas först när murfogarna har blivit kraftigt eroderade. Erosionsdjup under 5 - 6 millimeter har inte kunnat påvisa förhöjd risk för regngenomslag i skalmurar (Kahangi 2024).

2. Kartläggningen i denna rapport indikerar att partiell eller i vissa fall total omfogning kan övervägas efter tidsintervall som visas i Tabell 5.1.

   Tabell 5.1 Rekommenderade intervall för partiell/total omfogning

	Västra och södra Götaland	**Övriga Sverige, utom fjällen**
Terrängtyp 0 – III	Mer än 40 år	Mer än 50 år
Terrängtyp IV	Mer än 50 år	Mer än 60 år

3. Partiell omfogning av fasadpartier med kraftig fogerosion är normalt tillräcklig ur ett tekniskt perspektiv. Partiell omfogning i stället för total omfogning kan medföra besparingar i materialanvändning och sänka underhållskostnaderna.

Referenser och publikationer om underhåll av tegelfasader

Boverket – BFS 2024:6 Boverkets föreskrifter och allmänna råd om bärförmåga, stadga och beständighet i byggnader, 2024-11-19.

T. Gustavsson, J. Jönsson och M. Molnár – Reparation av murade fasader med korrosionsskador. AB Svensk Byggtjänst, 2017, ISBN 978-91-7332-870-7.

ISO – EN ISO 15927-3:2009 Hygrothermal performance of buildings - Calculation and presentation of climatic data. Part 3: Calculation of a driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data, 2021.

M. Kahangi – Water penetration in solid clay brick masonry and its mitigation by repointing. Doktorsavhandling, Lunds universitet, 2024, ISBN 978-91-8104-062-3 (print).

M. Molnár, T. Gustavsson och M. Kahangi – Underhåll och reparation av tegelfasader. AB Svensk Byggtjänst, 2025, ISBN 978-91-7917-243-5.

Bilaga 1

Uppsala – 26 undersökta områden

Område	Gatuadress	Byggnadsår	Våningar	Antal byggnader	Ägare
Gottsunda	Valthornsvägen 25-39	1974	5	8	Allmännyttan
Gottsunda	Blomdahls väg1-13	1972	7-8	3	Allmännyttan
Gottsunda	Peterson-Bergers väg 15-17	1972	7-8	1	Allmännyttan
Gottsunda	Peterson-Bergers väg 4-98	1972	2-3	14	Allmännyttan
Gottsunda	Peterson-Bergers väg 21-91	1972	3	12	Allmännyttan
Gottsunda	August Södermans väg 3-129	1972	3	15	Allmännyttan
Gottsunda	August Södermans väg 10-94	1972	3	11	Allmännyttan
Gottsunda	Rangströms väg 1-11	1972	7	5	Allmännyttan
Gottsunda	Stenhammars väg 2-8	1973	7	2	Allmännyttan
Gottsunda	Dirigentvägen 3-111	1981	2-4	10	Allmännyttan
Gottsunda	Dirigentvägen 113-185	1981	2-4	9	Bostadsrättsförening
Årsta	Fyrislundsgatan 38-60	1969	6	12	Bostadsrättsförening
Årsta	Kummingatan 2-56	1969	2	24	Bostadsrättsförening
Sala Backe	Johannesbäcksg. 80-82; Källparksg. 14-22	1963	3	5	Bostadsrättsförening
Valsätra	Hugo Alfvéns väg 2-34	1983	2-5	11	Bostadsrättsförening
Valsätra	Bernadottestiden 7-59	1983	2	11	Bostadsrättsförening
Stenhagen	Stenhagsvägen 101-197	1989	2-4	22	Allmännyttan
Stenhagen	Stenhagsvägen 71-95; Kullerstensvägen 1-7	1989	2-4	15	Bostadsrättsförening
Ekeby-Flogsta	Vänortsgatan 1-103	1982	2-4	13	Allmännyttan
Ekeby-Flogsta	Vänortsgatan 52-136	1998	2	10	Bostadsrättsförening
Ekeby-Flogsta	Tartugatan 2-10	1993	2	6	Allmännyttan
Ekeby-Flogsta	Nordengatan 1-25	1993	2	19	Allmännyttan
Ekeby-Flogsta	Basarbovägen	1992	2	9	Bostadsrättsförening
Ekeby-Flogsta	Flogstavägen 5	1984	5	7	Bostadsrättsförening
Eriksberg	Glimmervägen 6-12	1960	4	3	Privat
Tuna Backar	Väpnargatan 1-17	1963	3	8	Bostadsrättsförening

Bilaga 1

Göteborg och Mölndal – 28 undersökta områden

Område	Gatuadress	Byggnadsår	Våningar	Antal byggnader	Ägare
Askim	Värslevägen 27-65	1965	3	5	Bostadsrättsförening
Askim	Solarvsplan 1-39	1966	3	11	Bostadsrättsförening
Askim	Askåkersgatan 2-36	1966	3	5	Bostadsrättsförening
Askim	Nergårdsvägen 1-63	1970	3-4	5	Privat
Askim	Pilegården 1-10	1969	3-4	11	Privat
Askim	Hyltegården 15-89	1991	2-3	3	Privat
Bifrost	Pinnharvsgatan 1-7	1968	4	3	Bostadsrättsförening
Bifrost	Blandsädesgatan 1-6	1970	4	2	Bostadsrättsförening
Bifrost	Utsädesgatan 1-3 och Havrekornsgatan 2-8	1970	4-5	2	Allmännyttan
Bifrost	Havrekornsgatan 1-15; Vetekornsgatan 2-20	1968	4	1	Allmännyttan
Angered	Länkharvsgatan 2-140; Fjäderharvsgatan 1-115	1980	2-4	41	Allmännyttan
Lövgärdet	Ingefärsgatan 1-101	1983	2	101	Bostadsrättsförening
Hammarkullen	Sandeslättsgatan 1-59	1970	4	3	Allmännyttan
Bergsjön	Galileis gata 18-26	1970	4	4	Privat
Bergsjön	Galileis gata 1-5	1970	9	1	Privat
Lunden	Danska vägen 76-82	1973	4-5	2	Privat
Lunden	Sankt Pauligatan 20-30	1972	3	1	Privat
Olskroken	Olskroksgatan 4-26	1983	5	2	Allmännyttan
Olskroken	Borgaregatan 7-17; Bondegatan 2-12	1982	5	3	Allmännyttan
Olskroken	Borgaregatan 6-14; Hökegatan 3-19	1983	4	3	Allmännyttan
Olskroken	Olskroksgatan 19-21; Hökegatan 12-22	1981	6	1	Bostadsrättsförening
Olskroken	Redbergsvägen 12-16; Hökegatan 23; Borgaregatan 16	1980	6	2	Allmännyttan
Heden	Tegnérsgatan 17-19	1985	8	1	Privat
Heden	Burgårdsgatan 13-15	1982	8	1	Privat
Majorna	Bangatan 24-30	1975	6	1	Privat
Johanneberg	Gibraltargatan 96-98	1964	8	1	Bostadsrättsförening
Johanneberg	Gibraltargatan 100-110	1964	4	1	Bostadsrättsförening
Majorna	Bangatan 54-62	1964	9	1	Bostadsrättsförening

Bilaga 1

Lund – 12 undersökta områden

Område	Gatuadress	Byggnadsår	Våningar	Antal byggnader	Ägare
Kobjer	Klövervägen 2	1992	3	2	Bostadsrättsförening
Kobjer	Luzernvägen 6-14	1994	2-4	4	Privat
Kobjer	Luzernvägen 30-50	1998	2	2	Allmännyttan
Kobjer	Skördevägen 2-4	2000	2	8	Privat
Klosters Fälad	Doppingvägen 2-10; Gässlingavägen 3-7; Tordmulevägenm 4-6; Vildgåsvägen 1-15	1965	3	23	Bostadsrättsförening
Klosters Fälad	Tordmulevägen 3-5; Gässlingavägen 15	1965	3	3	Privat
Klosters Fälad	Tordmulevägen 7; Gässlingavägen 9-13	1965	3	4	Allmännyttan
Papegojelyckan	Gråsparvsvägen 4-176	1978	2	18	Allmännyttan
Papegojelyckan	Örnvägen 32-56	1978	3-7	6	Allmännyttan
Gunnesbo	Gunnesbovägen 8-70; Rudeboksvägen 2-112	1986	2-4	9	Bostadsrättsförening
Gunnesbo	Båtyxevägen 2-52	1986	2	25	Allmännyttan
Gunnesbo	Dösvägen 1-37; Gunnesbovägen 203-237	1983	2-5	28	Allmännyttan