



Från visuell besiktning till mätbar fasadnedbrytning

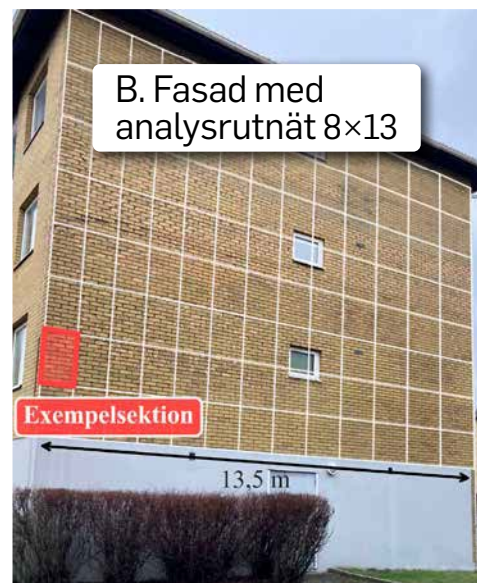
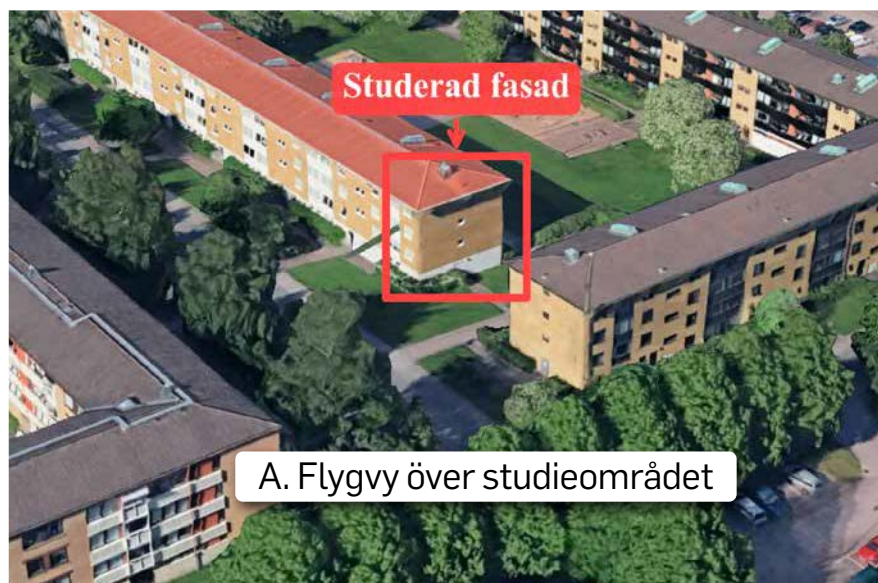
Downloaded from: <https://research.chalmers.se>, 2026-07-14 01:56 UTC

Citation for the original published paper (version of record):

Mandinec, J., Sasic-Kalagasidis, A., Johansson, P. (2026). Från visuell besiktning till mätbar fasadnedbrytning. Husbyggaren(3): 8-10

N.B. When citing this work, cite the original published paper.

Från visuell besiktning till mätbar fasadnedbrytning



Figur 1. Den studerade byggnaden i Flatås, Göteborg: a) översikt över området, b) fasaden fotograferad från marknivå med indelning i analyssektioner som används för upprepade jämförelse över tid.

Hur snabbt försämras en tegelfasad, och var sker nedbrytningen först? **Med hjälp av drönare och bildanalys går det att följa frostskadors utveckling** över tid på ett objektivt och repeterbart sätt. I artikeln visas hur metoden tillämpats på en fasad i Göteborg och hur resultaten kan användas i underhållsplaneringen.

TEXT: JAN MANDINEC, ANGELA SASIC KALAGASIDIS & PÄR JOHANSSON

FOTO: JAN MANDINEC

INLEDNING – FRÅN ÖGONMÅTT TILL MÄTBAR FÖRÄNDRING

Varje vinter tränger vatten in i fasader, fryser och bryter långsamt ner materialet inifrån. Men hur snabbt sker denna nedbrytning, och var på fasaden? Och hur vet vi när det är dags att ingripa?

Traditionella fasadbesiktningar ger i regel ögonblicksbilder: en samlad bedömning av tillståndet vid ett givet tillfälle. I denna studie används i stället drönare och bildanalys för att följa skadeutvecklingen över tid. Genom upprepade mätningar kan

förändringstakt, rumsliga mönster och osäkerheter analyseras på ett objektivt sätt. I detta projekt som finansieras av Formas (2019-01402) har vi tagit fram en metodik för att förutse var skador mest troligt inträffar på en fasad¹. Denna användes sedan på ett flerbostadshus i Göteborg. Där uppmättes en ökning av andel skadad fasad med cirka 8 procent på 18 månader, efter endast en vinter med frostsprängning. Exemplet illustrerar hur datadriven fasadövervakning kan bli ett praktiskt beslutsstöd för underhåll och renovering.

UTMANINGEN MED VERKLIGA FASADER

I laboratoriemiljö är det möjligt att simulera frostcykler och uppskatta när ett tegelmateriell riskerar att brytas ned. Verkliga fasader beter sig dock sällan som laboratorieprover. De utsätts för mycket ojämna klimatpåverkningar, inte bara mellan olika väderstreck, utan även inom samma fasad.

Vissa partier skyddas av takutsprång och balkonger, medan andra exponeras för slagregn och vind. Resultatet blir att nedbrytningen startar och utvecklas olika snabbt på olika delar av fasaden.

Att förstå var, när och hur snabbt skador uppstår är avgörande för att undvika åtgärder som sätts in för sent, eller för tidigt. I dag baseras många underhållsbeslut på förenklade modeller (till exempel byggnadens ålder) och visuella inspektioner, som allt oftare kompletteras med drönarbilder.

Genom att kombinera drönarteknik med datorseende finns möjlighet att göra snabba och objektiva skadebedömningar. Ofta stannar dock analysen vid att identifiera förekomst av skador vid en enda datapunkt. Frågan är hur dessa skador utvecklas över tid: sprider de sig, och i vilken takt? Hur ser de ut efter ett år, fem år eller tio år? När behöver de repareras?

I denna studie tas ett steg mot att besvara dessa frågor genom att utveckla en metod för rumslig spårning av fasadskador, baserad på upprepade drönarundersökningar med relativt enkel och kostnadseffektiv utrustning.

FASADEN I FLATÅS – ETT VERKLIGT FALL

Studien genomfördes på ett cirka 60 år gammalt flerbostadshus i Flatås i Göteborg. Byggnaden har en tegelfasad av gult, strängpressat tegel på underlag av lättbetong. Fasaden börjar cirka 2,8 meter över mark och skyddas delvis av ett taksprång på ungefär 700 mm.

Efter decennier av väderexponering och begränsat underhåll uppvisar fasaden omfattande frostrelaterade skador i form av ytaflagning (spjällkning). Skadegraden varierar kraftigt över fasaden, bland annat beroende på taksprång och omkringliggande byggnader. Denna variation gör fasaden särskilt lämpad för att studera hur lokala förhållanden påverkar nedbrytningen.

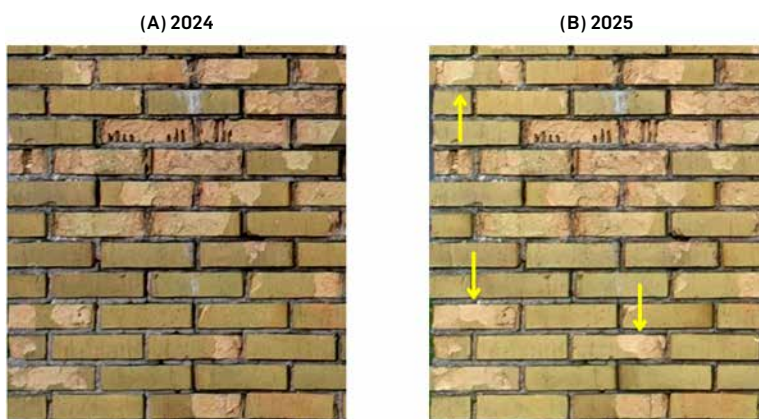
DRÖNARBASERAD ÖVERVAKNING OCH BILDANALYS

Under våren 2024 genomfördes drönarundersökningar av flera byggnader i Flatås inom ramen för det Formas-finansierade forskningsprojektet om maskininlärning för prediktion av fasadnedbrytning. Bilderna sammanfogades till så kallade ortomosaiker, geometriskt korrigerade fasadbilder, och skadat tegel och murbruk identifierades med algoritmer för datorseende.

År 2025 upprepades analysen för en av fasaderna, med fokus på att uppskatta förändringar efter 18 månaders klimatpåverkan. Eftersom den första flygningen inte planerats för upprepade mätningar uppstod mindre geometriska avvikelser mellan bildmaterialet från de två åren. För att möjliggöra jämförelse utvecklades därför en metod för efterbearbetning.

Arbetsgången var i huvudsak följande:

- 1 Ortomosaikerna från båda åren delades in i samma antal fasadsektioner (totalt 104 stycken, cirka 1 m² vardera).
- 2 Varje sektion analyserades med en djupinlärningsbaserad algoritm (YOLOv4) som identifierar skadat tegel.
- 3 Identifierade skadeområden matchades mellan åren baserat på överlapp och inbördes avstånd.
- 4 En kompletterande algoritm (Gaussian Mixture Model) användes för att identifiera skadade pixlar baserat på färg och struktur.
- 5 Med kännedom om bildens upplösning och fasadens mått beräknades den skadade ytan i kvadrantcentimeter.



Figur 2. Samma fasadsektion fotograferad med drönare 2024 (vänster) och 2025 (höger). Gula pilar markerar områden där ytaflagningen har ökat mellan mättillfällena.

RESULTAT: HUR SNABBT FÖRÄNDRAS SKADORNA?

Jämförelsen mellan 2024 och 2025 visar en tydlig ökning av skadorna. I ett representativt fasadparti ökade den skadade ytan med cirka 13 procent, från omkring 2 300 cm² till drygt 2 600 cm².

Över hela fasaden ökade den totala skadade ytan med cirka 8 200 cm², motsvarande en 8 procents ökning. Variationerna var dock stora mellan olika sektioner. Vissa partier ökade med upp till 600 cm², medan andra visade mycket små förändringar.

I 16 sektioner indikerade analysen till och med en minskning av skadorna. Eftersom tegel inte läker sig självt pekar detta på begränsningar i metoden snarare än verklig förbättring.

METODENS BEGRÄNSNINGAR

De till synes återhämtade sektionerna beror främst på mindre fel i geometrisk inpassning mellan årens bildmaterial. Skador nära sektionsgränser kunde hamna i angränsande sektion vid den senare mätningen, vilket på sektionnivå ger ett missvisande resultat.

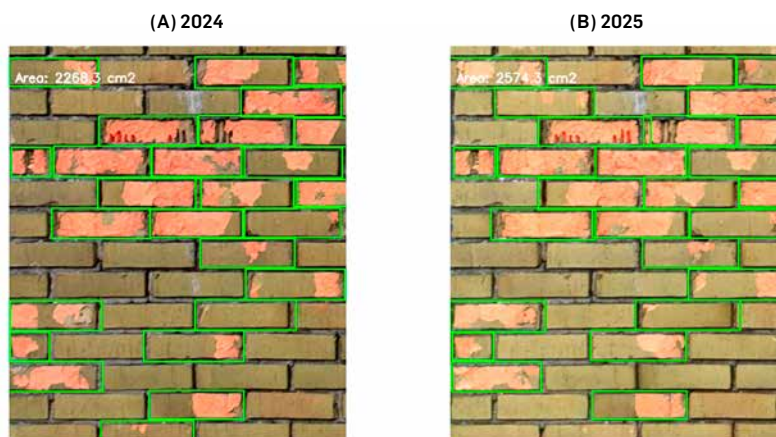
Detta påverkar inte jämförelsen på fasadnivå, men visar på vikten av noggrann planering vid upprepade flygningar. Därtill tillkommer osäkerheter i bildanalysen, där algoritmer ibland missar eller felbedömer skador, bland annat på grund av varierande ljus- och färgförhållanden.

PRAKTISK BETYDELSE FÖR FÖRVALTNING OCH UNDERHÅLL

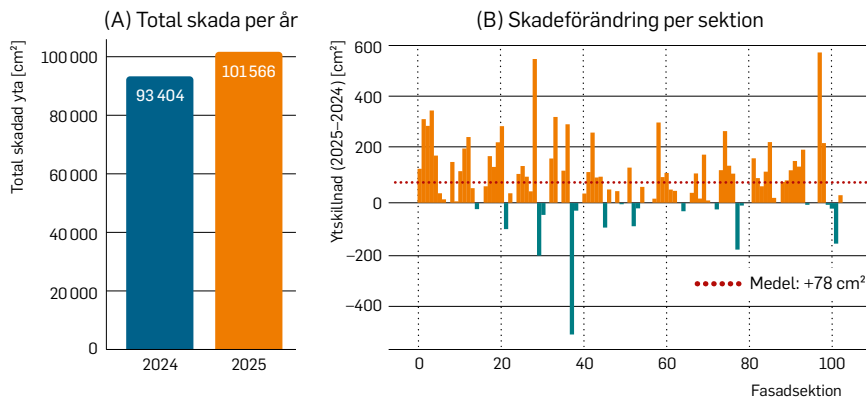
För fastighetsägare och förvaltare erbjuder metoden något som traditionella besiktningar saknar: objektiva och repeterbara mått på skadeutveckling. I stället för en subjektiv bedömning som *fasaden ser sämre ut än förra året* kan man visa att skadorna har ökat med ett visst mått och på specifika platser.

Detta skapar bättre beslutsunderlag för underhållsplanering, prioritering av åtgärder och motivering av budget. Metoden kan även användas för att fastställa ett referensläge före renovering och för att följa upp effekten av genomförda åtgärder.

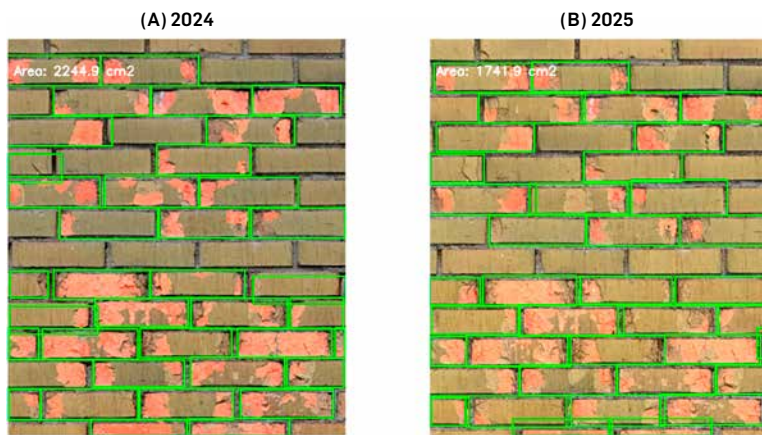
Även om metoden fortfarande behöver vidareutvecklas pekar resultaten mot en



Figur 3. Kvantifiering av frostsador i en fasadsektion. Gröna rutor markerar identifierade skadade tegel. Röda ytor visar pixlar som klassificerats som skadade och används för beräkning av skadad area.



Figur 4. Total skadad fasadyta 2024 och 2025 samt förändring per fasadsektion. De flesta sektioner visar ökad skada (orange), medan vissa uppvisar en skenbar minskning (grönt) till följd av bildinpassningsosäkerhet.



Figur 5. Exempel på metodbegränsning. En fasadsektion som verkar visa minskad skada mellan 2024 och 2025. Skillnaden beror på en mindre geometrisk förskjutning mellan bildmaterialen, inte på faktisk återhämtning.

→ framtid där kontinuerlig, datadriven övervakning av fasaders beständighet blir lika självklara som dagens metoder för att följa upp energiprestanda i byggnader.

NÄSTA STEG

För att öka tillförlitligheten bör drönanundersökningar från början planeras för upprepade mätningar, med fasta referenspunkter och programmerade flygbanor. Bildanalysen kan samtidigt förbättras genom nyare detektions- och segmenteringsmodeller samt större och mer anpassade träningsdata.

På längre sikt kan även 3D-teknik, exempelvis LiDAR från drönare, ge ytterligare information genom att mäta skadornas djup. I dagsläget är dock kamerabaserade drönare ett kostnadseffektivt alternativ som är tillgängligt för många aktörer.

SAMMANFATTNING

Målet är i grunden enkelt: att veta om, var

och hur snabbt en fasad försämras. Denna studie visar hur drönare och bildanalys kan användas för att gå från enstaka subjektiva bedömningar till systematisk och upprepad övervakning av byggnaders beständighet. ■

Referenser

- Mandinec, J., Sasic Kalagasidis, A. och Johansson, P. Predicting façade deterioration using machine learning approach with drone imagery and microclimate data. Automation in Construction, vol. 178, 2025.
- Mandinec, J., Sasic Kalagasidis, A. och Johansson, P. Progression of Microclimate-Induced Degradation of Brick Façades Using Drone Imagery and Computer Vision. Artikel som ska presenteras på 11th International Masonry Conference, 12-15 Juli 2026, Lübeck, Tyskland.

Läs mer:

Projektet Beslutsverktyg för renoveringsstrategier av byggnader med bristfällig teknisk dokumentation finansierades av Formas (2019-01402) åren 2020-2023. <https://research.chalmers.se/project/9212>

FAKTARUTA

Metoden i korthet

- Drönare och bildanalys – så går det till
- Fasaden fotograferas med drönare vid minst två tillfällen
- Bilderna sammanfogas till geometriskt korrekterade fasadbilder (ortomosaiker)
- Fasaden delas in i mindre analysområden
- Algoritmer identifierar och följer skador över tid
- Förändringar kvantifieras i faktisk skadad area (cm²)

Vad tillför metoden jämfört med visuell besiktning?

- Från bedömning till mätning
- Objektiva och repeterbara resultat
- Möjlighet att följa förändringstakt, inte bara nuläge
- Identifierar var skador utvecklas snabbast
- Underlag för prioritering och långsiktig underhållsplanering
- Möjlighet att följa upp effekten av utförda åtgärder

Begränsningar att känna till

- Kräver planering om jämförelser ska göras över tid
- Känsligt för geometrisk bildförskjutning
- Bildanalys påverkas av ljus- och färgvariationer
- Metoden visar utbredning, inte skadans djup

JAN MANDINEC

Doktorand, Byggnadsfysik, Chalmers



ANGELA SASIC KALAGASIDIS

Professor, Byggnadsfysik, Chalmers



PÅR JOHANSSON

Professor Byggnadsfysik, Chalmers

