



Gult murværk

- Opført uden afsyring

Billedkatalog over misfarvninger og deres udvikling



Århus, november 2009
Teknologisk Institut, Byggeri Murværk



Indhold

Indledning.....	1
Forklaringer – anvendte ord og begreber	1
Konklusion	3
Sammenfatning	4
Det udvalgte byggeri	4
Besigtigelser	5
Observationer af misfarvninger	6
Misfarvningernes udvikling med tiden.....	7
Udførelsesfasens betydning.....	7
Brugsfasens betydning	8
Hvordan undgås misfarvninger	8
Eksempelsamling.....	10
Mørke og lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger	10
Eksempel 1: Kraftig vandpåvirkning af murværk under opførelse. Murværket er efterfølgende udsat for almindeligt vejrlig.	11
Eksempel 2: Kraftig vandpåvirkning af murværk, der efterfølgende ikke udsættes for vejrlig.....	14
Eksempel 3: Mørke misfarvninger på murværk, opstået efter ibrug-tagning	20
Mørtelrester og mørtelslør på mursten	23
Eksempel 4: Mørtelrester på mursten	24

Indledning

Dette billedkatalog er udarbejdet på foranledning af **Kalk- og Teglværksforeningen af 1893**. Kataloget viser eksempler fra et byggeri opført i gult murværk, der er opført uden brug af afsyring. Byggeriet er fulgt med henblik på at undersøge om misfarvninger, som er registreret i forbindelse med og umiddelbart efter opførelsen, mindskes med tiden. Bygningen er beliggende på Banegårdsplads i Århus midtby.

Teknologisk Institut, Murværk og Byggekomponenter har besøgt byggeriet fem gange. Første gang i 2005 og sidst i 2009. De første fire gange i 2005 samt en femte, opfølgende gang 4 år efter i 2009 (se nærmere beskrivelse af besigtigelserne på figur 3, side 8).

Kataloget dokumenterer, hvordan forskellige misfarvningstyper ændres med tiden i det fulgte byggeri. Ud fra kataloget vil det være muligt at give et kvalificeret bud på, om en given misfarvning kan forventes at forsvinde over tid, øges eller vil forblive uændret. Kataloget indeholder *ikke* anbefalinger til, hvordan eventuelle misfarvninger kan fjernes.

De misfarvninger, der er beskrevet her, kan forekomme på mange forskellige typer af muret byggeri og er derfor ikke begrænset til gult murværk eller murværk opført uden afsyring.

Kataloget er opbygget med en indledende præsentation af byggeriet. Herefter gives der eksempler på de forskellige typer misfarvninger, samt oplysninger om hvordan misfarvningerne har udviklet sig over en periode på op til 4 år. I starten af kataloget findes en liste over hyppigt anvendte ord og begreber.

Der er – udover Billedkataloget – udarbejdet en hovedrapport, der beskriver det samlede projekt.

Forklaringer – anvendte ord og begreber

Nedenfor er de hyppigt anvendte ord og begreber listet alfabetisk.

Farveændring

En farveændring på en murværksfacade er en afvigende farve i forhold til den oprindelige farve

Gips

Et naturligt forekommende mineral i anvendte lerforekomster, men kan også dannes under fremstillingen af tegl. Derudover indeholder mørtlen også gips. Gips er en vandopløselig calciumsulfatforbindelse

Hvide kalkudfældninger

En misfarvning, som består af hvide udfældninger primært af calciumcarbonat (CaCO₃). Kalkudfældninger bruser ved pådrypning af saltsyre. Udfældningerne kan være op til flere mm tykke.

Lyse udfældninger

En misfarvning, som ofte er karakteriseret ved diffuse, lyse udfældninger på sten. De kan ligne kalkudfældninger, men bruser ikke ved pådrypning af saltsyre.

Lyse misfarvninger på sten

Lyse misfarvninger er en misfarvning, der består af enten hvide kalkudfældninger eller lyse udfældninger. Det kan også være en kombination af begge typer.

Misfarvning

En misfarvning er en uacceptabel farveændring af teglstenens eller mørtlens oprindelige farve, herunder udfældning af et opløseligt stof på overfladen.

Mørke misfarvninger på sten

En uacceptabel farveændring i forhold til omkringliggende murværk. Mørke misfarvninger består typisk af sulfatholdige forbindelser (gips) udfældet på teglstenens overflade.

Opførelsesfasen

Den periode, hvor byggeriet er under opførelse.

Vandbelastning

Murværk udsættes for forskellige grader af vandbelastning. Her er anvendt 2 niveauer for vandbelastning:

Normal vandbelastning er, når murværket udsættes for vejrlig.

Kraftig vandbelastning er, når murværket utilsigtet udsættes for en øget mængde vand, f.eks. ved manglende afskærmning under opførelsen eller f.eks. når vand fra et vinduesparti ledes ned ad murværket pga. en uhensigtsmæssig konstruktion af sålbænk.

Vejrlig

Betegnelsen for ganske almindeligt dansk vejr. Her udsættes murværket for normal vandbelastning.

Konklusion

Projektet omhandler byggeriet Århus Stiftstidendes hovedsæde på Banegårdsplads i Århus. Denne bygning er tegnet af Exners Tegnestue A/S og opført i gule, blødstrøgne sten uden efterfølgende afsyring. Det er projektets formål at registrere misfarvninger, der er opstået i forbindelse med eller umiddelbart efter opmuring og redegøre for, hvorvidt de ændres med tiden.

Der er gennemført fem besigtigelser i alt, fire i 2005 og en sidste opfølgende besigtigelse i 2009. Samlet er det besigtiget efter 3 mdr., 6 mdr., 10 mdr og 4 år efter opførelse. Der er observeret mørke og lyse misfarvninger samt mørtelrester på murværket.

Det overordnede indtryk er, at byggeriet ½ år efter opførelse, fremstår uden de markante misfarvninger, der prægede murværket umiddelbart efter opførelse. Denne udvikling er fortsat og dermed yderligere aftaget efter 4 år.

Byggeriet var under opførelse totalafskærmet vha. en midlertidig konstruktion. Denne konstruktion kunne dog ikke klare presset fra en snestorm, der rasede under opmuringen. Murværket har derfor under opførelse været udsat for store nedbørsmængder, der har bevirket at store mængder vand er ledt ned over den del af murværket, der stod opført.

Vand ledt ned over murværket har givet anledning til markante, mørke misfarvninger på mursten og mørtelfuger. Disse mørke misfarvninger er med tiden væsentligt udlignet på de facader, som efterfølgende bliver påvirket af vejrlig og disse områder fremstår allerede 3 måneder efter uden nævneværdige misfarvninger. Denne udligning er fortsat frem til den seneste besigtigelse foretaget 4 år efter opførelse.

Intensiteten af mørke misfarvninger på mursten og mørtelfuger, hvor murværket siden opførelse har været overdækket, er til gengæld ikke ændret i nævneværdig grad og bekræfter at vejrligspåvirkning er en forudsætning for udligning af misfarvningerne.

Mørke misfarvninger på mursten og mørtelfuger er på dette byggeri også opstået i brugsfasen. De mørke misfarvninger på murværket fremkommer ved at vand uhenigtsmæssigt ledes ned ad murværket. Dette skyldes blandt andet at murafdækninger og sålbænke ikke er udført teknisk korrekt. Projektet har vist, at såfremt denne tilledning af vand stoppes, mindskes misfarvningens intensitet med tiden under forudsætning af vejrligspåvirkning.

Lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger fremkom også i forbindelse med stormen og er registreret i nogenlunde samme områder som de mørke misfarvninger. Intensiteten af de lyse misfarvninger på murværket var efter 6 måneder reduceret kraftigt på de vejrligspåvirkede facader. På de overdækkede facader, er intensiteten af de lyse misfarvninger aftaget ved besigtigelsen 4 år efter opførelse. Det viser sig at være fjernet ved kostning af muren.

Mørtelrester og mørtelslør er registreret en del steder. Forekomsten skyldes at murværket ikke er afsyret og at det kan være svært at mure helt rent. I de tilfælde, hvor murværket efterfølgende påvirkes af vejrliget, vil dets intensitet og udbredelse mindskes med tiden. Dette sker dog over en længere tidshorisont end for de mørke og lyse misfarvninger.

Sammenfatning

Det udvalgte byggeri

Byggeriet er en 5-etagers erhvervsjendom, hvor øverste etage er opført som en kobberbeklædt trækonstruktion (figur 1 og 2). Byggeriet er beliggende på Banegårdsplads i centrum af Århus. Byggeriet er opført i forlængelse af Århus Hovedbanegård. Det er opført i perioden marts 2004 til og med juni 2005 (figur 3). Murværket er opført i perioden november 2004 indtil starten af maj måned 2005.

Byggeriet består af en nordfacade, der er den mest iøjnefaldende, idet den vender ud mod Banegårdspladsen (figur 1). Vestgavlen vender ud mod M.P. Bruunsgade. Østgavlen er en del af en glasoverdækket trappegang, der grænser op til Århus Hovedbanegård ejendom (yderst til højre på figur 2). Sydfacaden vender ud mod banelegemet og er bygningens bagside.

Syd-, øst- og vestvendte facader (S-Ø-V facade) blev opmuret i perioden november 2004 til januar 2005. Den nordvendte facade (N-facade) blev opmuret fra februar 2005 til maj 2005.



Figur 1. Nordfacade og vestgavl af byggeriet. Mod Banegårdsplads og M.P. Bruunsgade. Oktober, 2005. 10 måneder efter opførelse.

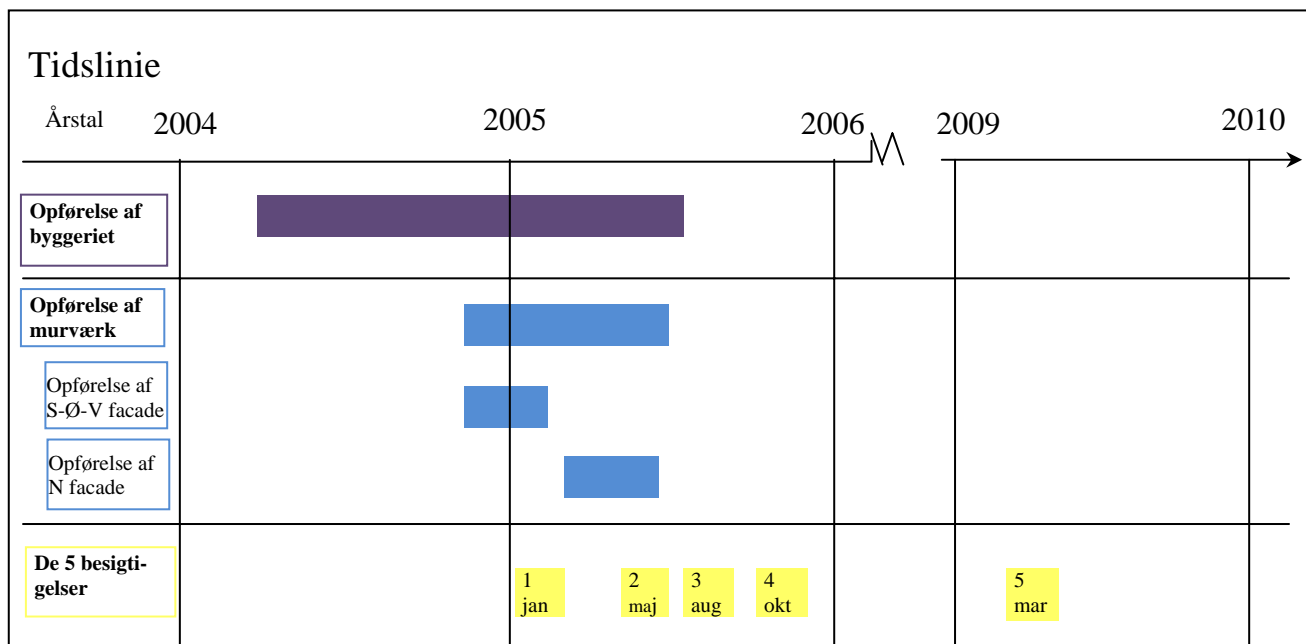


Figur 2. Byggeriet set fra Syd. Yderst til højre ses den overdækkede østgavl. Oktober, 2005. 10 måneder efter opførelse.

Besigtigelser

Der er gennemført i alt fem besigtigelser (figur 3).

1. Januar, 2005: Den første blev gennemført kort tid efter opførelse af S-Ø-V-facader.
2. Maj, 2005: Anden besigtigelse blev udført umiddelbart efter endt opmuring af N-facaden og 3 mdr. efter opførelse af S-Ø-V-facader.
3. August, 2005. Tredje besigtigelse blev gennemført ca. 3 mdr. efter opførelse af N-facade og et halvt år efter opmuring af S-Ø-V-facaderne.
4. Oktober, 2005. Fjerde besigtigelse blev gennemført ca. et halvt år efter opmuring af N-facade og ca. 10 mdr efter opførelse af S-Ø-V-facade.
5. Marts, 2009. 4 år efter endt opførelse, er der gennemført en femte og sidste opfølgende besigtigelse.



Figur 3. Byggeriets opførelseshistorie og besigtigelsestidspunkterne.

Da der er som beskrevet på figur 3, er forskel på opførelsestidspunkter for de forskellige facader, giver de 5 besigtigelser mulighed for en vurdering af facaderne: Umiddelbart efter opførelse, 3 mdr. efter opførelse, 6 mdr. efter opførelse, 10 mdr. efter opførelse og 4 år efter opførelse.

Observationer af misfarvninger

Byggeriet var under opførelsen totalinddækket. Totalinddækningen havde til formål at skåne både byggeriet, men også håndværkerne mod vejrliget. Afdækningen formåede dog ikke at modstå den snestorm, der efterlod mindst 30mm nedbør på mindre end 2 døgn i begyndelsen af januar, 2005. Stormen, der kom fra Nordvest blæste totalinddækningen af og vand løb ud på øverste etage, hvor tagkonstruktionen endnu ikke var etableret. Vandet løb ned gennem bygningen og blev af vinden presset ud over de S- og Ø-vendte facader.

Efter stormen viste denne vandpåvirkning at have bevirket lange, lodretgående striber af mørke misfarvninger der strakte sig ned over murværket. I randen af de mørke misfarvninger sås lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger (figur 4 og 9).

Der sås meget få antydninger af hvide misfarvninger på fuger. Dette tyder på, at der ingen kalkudfældninger er.

Der er enkelte, mindre områder med mørke misfarvninger på murværket. Disse mørke misfarvninger er opstået efter byggeriets færdiggørelse. På den vestlige gavl ses mørke misfarvninger som skyldes nedsivende vand fra en kobbersålbænk (figur 17). Umiddelbart under øverste etage på den nordlige facade ses mørke misfarvninger (figur 15). Misfarvningen er opstået på grund af nedsivende vand fra den etablerede afdækning ved overgangen til øverste etage.

Byggeriet er opført uden afsyring. Derfor ses der naturligt nok mørtelrester og mørtelslør på murværket (figur 19 og 20). Denne misfarvning vurderes som helhed ikke

at være et æstetisk problem for byggeriet. Det er dog interessant at se udviklingen af misfarvningen med tiden.

Misfarvningernes udvikling med tiden

Overordnet udvikling af mørke og lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger

På vejrligsfacader ses 3 måneder efter opførelse stadig rester af mørke misfarvninger på mursten og mørtelfuger, men intensiteten er aftaget markant (figur 5). De lyse misfarvninger er efter 6 mdr. aftaget markant (figur 6). 4 år efter opførelse er intensiteten af de mørke og lyse misfarvninger meget lille, og stort set den samme som observeret efter 6 måneder (figur 8).

Udviklingen på østgavlen, der efter opmuring er blevet overdækket af glas.

Mørke misfarvninger og lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger observeret på den overdækkede østgavl umiddelbart efter opførelse, er kun aftaget i meget begrænset omfang 10 måneder efter opførelse (figur 9 og 10). Murværket har pga. overdækningen ikke været udsat for vejrlig. Fire år efter i marts, 2009 er intensiteten af de lyse misfarvninger på murværket aftaget. Dette skyldes dog, at væggen har været kølet af den bygningsansvarlige (figur 14).

Misfarvninger opstået efter byggeriets ibrugtagning.

Begge eksempler på misfarvninger, har efter 4 år ændret udbredelsesform og intensiteten er let reduceret (figur 16 og 17). Hvor intensiteten tidligere var kraftigst, er den reduceret og i stedet dominerende på andre placeringer, typisk længere nede på murværket (figur 17 og 18).

Den overordnede udvikling af mørtelrester og mørtelslør på mursten

Der er 10 måneder efter opførelse stadig samme intensitet og udbredelse i mørtelrester og gråligt slør efter mørtelrester på sten og fuger (figur 22). Derimod ses mørtel-slørets intensitet reduceret ved besigtigelsen i 2009, 4 år efter opførelse. Flere sten har ikke længere synligt mørtelslør (figur 23).

Udførelsesfasens betydning

Ved kraftig vandpåvirkning kort efter opmuring ses ofte mørke misfarvninger i kombination med kraftige, hvide misfarvninger. De hvide misfarvninger af typen, der bruser ved pådrykning af saltsyre, er kalkudfældninger. De stammer fra mørtlen og vaskes ud ved kraftig vandpåvirkning. Denne hvide misfarvning findes stort set ikke i dette byggeri. Hvorvidt dette skyldes den valgte mørteltype, at det er opmuret uden efterfølgende afsyring, eller en kombination af begge dele, vides ikke.

De lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger opstår ved udtørring efter en meget kraftig vandpåvirkning.

Under opførelsen af dette byggeri er en fyldestgørende afdækning tilstræbt. Det må betegnes som uheldigt, at denne afdækning ikke har kunnet modstå stormen.

Projektet viser her at sikring af tilstrækkelig afdækning er essentiel for at undgå misfarvninger på murværket.

Brugsfasens betydning

Misfarvninger, som fremkommer i brugsfasen, er typisk forårsaget af lokal kraftig vandbelastning af vand ledt direkte ind på murværket.

Mursten og mørtelfuger

Misfarvningerne på mursten og mørtelfuger er begrænset til mørke misfarvninger på vejrligsfacaden (se afsnit vedr. vejrligsfacaden nedenfor), murede sålbænke samt på murværk under sålbænke og murkroner, hvor afdækningen har for lille fremspring fra facaden. Disse misfarvnings udbredelsesareal øges med tiden, mens intensiteten aftager. Hvis der er kraftig vandbelastning ind på murværket, inden mørtlen er færdighærdnet, kan der ofte ses kalkudfældninger både på mursten og mørtelfuger.

Vejrligsfacade

Afhængig af bygningens geografiske beliggenhed og orientering, konstruktive design mv. kan nogle bygninger have en såkaldt vejrligsfacade, som er mere udsat for vejrliget (slagregnspåvirkninger mv.) end bygningens andre facader. Dette vil ofte resultere i, at murværket på vejrligsfacaden vil fremstå mørkere end bygningens øvrige murværksfacader. Det mørkere udseende skyldes primært, at der udfældes gips på murværkets overflade samt i mindre grad, at vejrligsfacaden ofte henstår mere fugtig end de øvrige facader og derfor syner mørkere.

På facader, hvor en konstruktiv fejl har ledt vand ned over murværket og dannet en misfarvning, udlignes denne misfarvning ofte med tiden pga. vejrligspåvirkninger. Vender facaden mod nord, er vejrligspåvirkningen minimal og der vil gå længere tid inden misfarvningen er forsvundet.

Hvordan undgås misfarvninger

Hovedparten af de registrerede misfarvninger er fremkommet ved, at vand, der er trængt ind i murværket under opførelsen, har transporteret opløselige bestanddele ud til overfladen af murværket, hvor udfældning sker, når vandet fordamper. Dette gælder både for de mørke gipsmisfarvninger og de lyse misfarvninger (forskellige salte). Disse misfarvninger kan undgås eller minimeres ved, at utilsigtet vandbelastning både under opførelsen og i brugsfasen undgås.

Det anbefales at afsyring så vidt muligt undgås. Er dette ikke muligt bør afsyringen udføres forskriftsmæssigt korrekt. Her er det især vigtigt, at syren ikke er stærkere end foreskrevet.

Projektet viser, at det er særdeles afgørende, at der etableres en virkningsfuld afdækning i opførelsesfasen. For at undgå misfarvninger, er det afgørende at undgå at vand ledes ned ad murværket.

Projektet har identificeret et par konstruktive detaljer som kan give anledning til, at der under opførelsen og efterfølgende i brugsfasen ledes vand ind på murværket og derved, at der opstår mørke misfarvninger som tiltager i brugsfasen. Dette kan både skyldes valg af uhensigtsmæssige detaljer og forkert udførelse.

Her kan som eksempel nævnes

- For små fremspring på sålbænke, manglende fugtspærre
- For små fremspring på metalinddækninger på murkroner
- U hensigtsmæssigt design af sålbænke

Eksempelsamling

Mørke og lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger

De mørke misfarvninger skyldes udfældninger af forskellige sulfatforbindelser (gips og gipslignende forbindelser) på stenens overflade. Både mørtel og gule mursten indeholder helt naturligt sulfater.

Lyse misfarvninger er i denne rapport lyse udfældninger, der ikke er kalk, dvs. de bruser ikke ved pådrykning af saltsyre. De lyse misfarvningsers udbredelse og intensitet mindskes ofte hurtigt ved påvirkning af vejrlig eller ved kostning/børstning. De lyse misfarvninger er kombinationer af salte, som f.eks. calcium og sulfatforbindelsen. Ved afsyret byggeri ses ofte spor af chlorider. Dette kan ikke være tilfældet her.

De mørke og lyse misfarvninger fremkommer typisk, når murværket ifm. opførelse udsættes for ekstraordinære mængder vand. I begyndelsen skyldes de mørke udfældninger at murværket er vådt, men senere skyldes det primært at vandet transporterer opløste sulfater ud til overfladen af stenene, hvor selve udfældningen, sker når vandet fordamper. Derfor ses de lyse misfarvninger først efter at fordampningen er foregået.

Årsager hertil kan være:

- Manglende afdækning af murkroner, vindueshuller etc.
- Manglende montering af midlertidige tagnedløb.

Eller når murværket i brugsfasen er udsat for en øget vandbelastning, f.eks.:

- Fejlmonterede tagrender (eksempelvis bagfald, hvor vandet løber ned ad muren, fejldimensionering af tagrender og lign.).
- Murede sålbænke.
- Under sålbænke, afdækning af murkroner og lign. hvor afdækningen har for lille fremspring til at hindre, at vand ledes ind på murværksfacaden og/eller manglende fugtspærre f.eks. under murede sålbænke.
- Vejrligsfacaden. Afhængig af bygningens geografiske beliggenhed og orientering, konstruktive design mv. kan nogle bygninger have en såkaldt vejrligsfacade, som er mere udsat for vejrlig (slagregn, slud, sne mv.) end bygningens andre sider. Dette vil ofte resultere i, at murværket på vejrligsfacaden vil fremstå mørkere end bygningens øvrige murværksfacader. Det mørkere udseende skyldes primært, at der udfældes gips på murværkets overflade samt i mindre grad, at vejrligsfacaden ofte henstår mere fugtig end de øvrige facader og derfor synes mørkere.

På områder, hvor den kraftige vandbelastning er ophørt efter endt opførelse, og området efterfølgende er udsat for vejrlig, kan det registreres, at de mørke misfarvninger mindskes i intensitet og udbredelsesareal. I nogle tilfælde kan de mørke misfarvninger ikke længere genfindes.

På følgende sider er givet eksempler på ovenstående typer misfarvninger samt disses udvikling over tid.

Eksempel 1: Kraftig vandpåvirkning af murværk under opførelse. Murværket er efterfølgende udsat for almindeligt vejrlig.

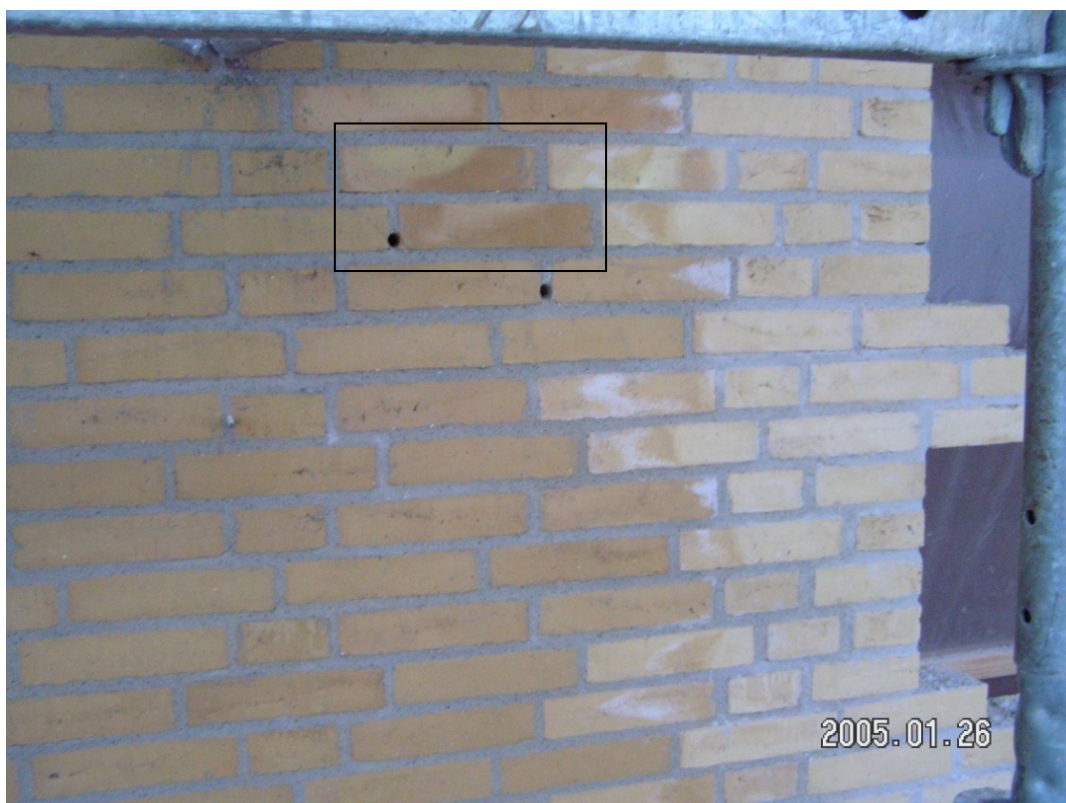
Årsag

Under opførelse er der ledt vand ned over konstruktionen og murværket er efterfølgende lokalt blevet kraftigt vandpåvirket.

Efter opførelsen er murværket efterhånden tørret ud, og det er efterfølgende blevet udsat for vejrlig. Dette er årsagen til at intensitet og udbredelse med tiden er mindsket betragteligt.

Misfarvningerne – ændringer med tiden

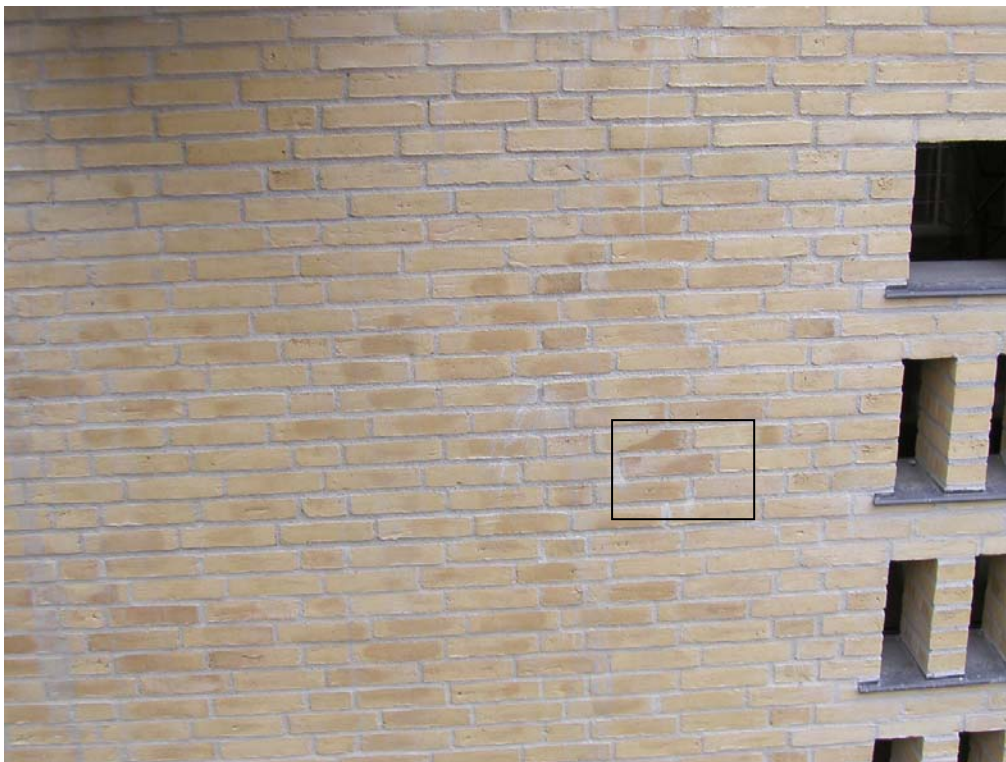
Der ses efter opførelsen tydelige, mørke misfarvninger på murstenene (figur 4). Nogle sten er mere mørkefarvede end andre. Efter 3 måneders tid er mange af de mørke misfarvninger erstattet af lyse misfarvninger på stenene (figur 5). Stort set alle disse misfarvninger er efter 6-10 måneder forsvundet, og der er kun få mørkefarvede sten tilbage (figur 6 og 7). Situationen er stort set uændret efter 4 år (figur 8).



Figur 4. Januar 2005. Umiddelbart efter opførelse. Rektangel markerer identiske sten på følgende fotos (fig 5-8). Mørke misfarvninger præger murets overflade. De grålige misfarvninger er mørtelrester.



Figur 5. Sydfacaden, maj 2005. 3 mdr efter opførelse. Mørke misfarvninger på murfeltet er aftaget kraftigt i henhold til figur 4. Lyse misfarvninger har delvist erstattet de mørke misfarvninger. Nogle af de grålige misfarvninger skyldes mørtelrester.



Figur 6. Sydfacaden, august 2005. 6 mdr efter opførelse. Lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger er nu aftaget kraftigt. Intensiteten af de mørke misfarvninger er uforandret i relation til 3 mdr. efter opførelse (figur 5).



Figur 7. Sydfacaden, oktober 2005. 10 måneder efter opførelse. Der er kun få mørke sten tilbage.



Figur 8. Sydfacaden, marts 2009, 4 år efter opførelse. Stenene har stadig den karakteristiske mørkfarvning som efter ½ år. Set i et længere perspektiv er misfarvningerne kraftigt reducerede og de tilbageværende mørkfarvninger ser ud til at indgå som naturlige farvenuancer.

Eksempel 2: Kraftig vandpåvirkning af murværk, der efterfølgende ikke udsættes for vejrlig.

Årsag

På denne del af bygningen (østgavlen) har murværket, nøjagtig som på sydfacaden i Eksempel 1, også været udsat for samme kraftige vandbelastning og der er ledt vand ned over konstruktionen, hvorefter murværket også her er blevet kraftigt vandpåvirket med mørke misfarvninger som resultat.

Misfarvninger – ændringer med tiden

På denne gavl er mørke og lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger observeret i lighed med sydfacaden beskrevet i Eksempel 1. Den tidlige etablering af et overdækkende glasparti på denne gavl, har dog bevirket at murværket ikke er blevet påvirket af vejrlig siden. Der er ikke observeret store ændringer i udbredelse og intensitet ved de første fire besigtigelser i 2005 (figur 9, 10, 12 og 13). Det er altså manglen på vejrligspåvirkning, der er medvirkende årsag til at misfarvningerne her i gangen forbliver stort set intakte. De lyse misfarvninger på mursten og mørtelfuger viser sig efter 4 år at være reduceret i intensitet (figur 10 og 13). Dette skyldes at væggen er blevet kostet.



Figur 9.
Maj 2005. 3 mdr.
efter opførelse.
Overdækket øst-
gavl. Der er talri-
ge lyse og mørke
misfarvninger på
mursten og mør-
telfuger.



Figur 10. Overdækket østgavl, oktober 2005. 10 mdr. efter opførelse. Der er stadig stort set samme intensitet og udbredelse af mørke og lyse misfarvninger som i maj måned. Hvid firkant indkredser udsnit forstørret på de to efterfølgende billeder (Figur 12 og 13).



Figur 11. Overdækket østgavl, marts, 2009. 4 år efter opførelse. Intensiteten af de hvide misfarvninger på mursten er flere steder reduceret. Dette vurderes primært at være pga. kostning af muren.



Figur 12. Overdækket østgavl, august 2005. 6 mdr. efter opførelse. Lokalt udsnit af Figur 10 og 11 (hvid firkant). Lyse og mørke misfarvninger af murværk.



Figur 13. Overdækket østgavl, oktober 2005. 10 mdr. efter opførelse. Samme udsnit som på Figur 12, der viser at de lyse og mørke misfarvninger ikke har ændret sig væsentligt siden august.



Figur 14. Overdækket østgavl, marts 2009. 4 år efter opførelse. Samme udsnit som figur 12 og 13. Her ses det tydeligt at dele af de hvide misfarvninger er fjernet med kost.

Eksempel 3: Mørke misfarvninger på murværk, opstået efter ibrugtagning

Årsag

I dette eksempel vises to forskellige steder med mørke misfarvninger på murværk.

1. Murværk under vinduesparti ved grænsen mellem murværket og øverste etage er blevet opfugtet, hvilket sandsynligvis skyldes projekteringsfejl og/eller udførelsesfejl (figur 15 og 16).
2. Et andet eksempel er mørke misfarvninger opstået ved at vand er ledt ned over murværket under sålbænke. Dette skyldes sandsynligvis at sålbænke ikke er udført teknisk korrekt (figur 17 og 18).

Misfarvningstype – ændringer over tid

Mørke misfarvninger er fremkommet kort tid efter byggeriets opførelse ved, at vand ledt ned ad murværket har transporteret opløseligt sulfat ud til overfladen af murværket. Ved fordampning foregår der en udfældning af gips og gipslignende forbindelser på murværkets overflade. Denne type misfarvninger kan tiltage såfremt den konstruktionsmæssige fejl ikke rettes samt under forudsætning af at facaden påvirkes af vejrlig.

Misfarvningen opstået på murværket umiddelbart under tagkonstruktionen (figur 15 og 16) har ikke ændret sig væsentligt i løbet af de første 4 år efter opførelse. Der er ikke sket de store ændringer i intensitet og udbredelse. Denne facade er nordvendt og får derfor ikke store påvirkninger fra vejrliget. Derfor ledes der ikke så meget vand ned over murværket længere, samtidig med at vejrliget heller ikke har mulighed for at udligne misfarvningen.

Misfarvningen opstået under sålbænke ved konstruktive fejl og/eller udførelsesfejl, har med tid ikke ændret intensitet, men udbredelsesområde. Det ses af figur 17 og 18 at mørkfarvningens intensitet er aftaget på 4 år, til gengæld er udbredelsesområdet øget. Generelt må det siges at murværket fremstår mere ensartet i farven, hvilket også kan skyldes at mørtelslørets intensitet er aftaget efter 4 år (se Eksempel 4).

Forebyggende indgreb

Mørke misfarvninger på murværk under sålbænke og inddækninger ved grænsen mellem tagkonstruktion og murværk kan hindres, såfremt de konstrueres efter hensigten og f.eks. har et passende fremspring fra facaden, som sikrer, at vandet ikke ledes ned ad den.



Figur 15. Nordfacade, august 2005. 6 mdr. efter opførelse. Øverst oppe umiddelbart under tagkonstruktionen, er den mørke misfarvning på murværk observeret.



Figur 16. Nordfacade, marts 2009. 4 år efter opførelse. Udbredelsesarealet har ændret sig, men intensiteten er ikke væsentligt reduceret.



Figur 17. Vestgavl (mod M.P. Bruunsgade) oktober 2005. 10 mdr. efter opførelse. Mørk misfarvning på murværket som følge af nedsvivende vand fra kobbersålbænke i bunden af vinduespartierne.



Figur 18. Vestgavl (mod M.P. Bruunsgade), marts 2009. 4 år efter opførelse. I forhold til figur 17, er intensiteten generelt reduceret, men selve udbredelsesarealet er blevet større.

Mørtelrester og mørtelslør på mursten

Mørtelrester på mursten opstår ved at mørtel efterlades på murstenene under opmuring. Mørtelslør kan opstå enten ved at mørtelrester fjernes mekanisk og efterlader et hvidligt slør på stenene eller ved at murværket afsyres for tidligt efter opmuring, hvorved mørtlens bindemiddeldel føres med ud på overfladen og lægger et hvidligt slør.

Når et murværk opføres uden brug af afsyring, må man forvente en vis grad af efterladte mørtelrester på murstenene. Det skal naturligvis tilstræbes at mure rent. Ofte fjernes tydelige mørtelrester på murstenene ved mekanisk at fjerne det efter opmuring. Dette medfører dog ofte at der ligger et hvidligt slør tilbage på stenene.

Mørtelrester på mursten er mindre tydelige på gule sten end på mørkere sten, som f.eks. røde og mokka-farvede sten. Misfarvningen består af hærde kalk fra mørtlens bindemiddeldel, som er svær at fjerne, både mekanisk og kemisk.

I de tilfælde, hvor murværket med mørtelslør og mørtelrester efterfølgende påvirkes af vejrliget, vil dets intensitet og udbredelse mindskes med tiden. Dette sker dog over en længere tidshorisont end for de mørke og lyse misfarvninger som er beskrevet tidligere

I det følgende ses eksempler på mørtelrester og mørtelslør og udviklingen af dem over tid.

Eksempel 4: Mørtelrester på mursten

Årsag

Det er bevidst valgt ikke at afsyre murværket efter opførelsen. Dette valg bevirker således at mørtelresterne forbliver på murværket. Når resterne efter opmuring er fjernet mekanisk, kan det efterlade et hvidligt slør på stenene.

Mørtelrester – ændringer over tid

Mørtelresterne findes på samtlige formure med varierende intensitet og udbredelse (figur 20 og 22)). Hvis murværket betragtes på kort afstand (mindre end en 0,5 m), synes mørtelresterne tydelige (figur 19). Betragter man derimod murværket 3-5 meter væk, synes de mindre iøjnefaldende. Betragtes byggeriet overordnet, er det på ingen måde tydeligt. 10 måneder efter opførelse, er der ikke fremkommet nogen synlige ændringer i intensitet og udbredelse. 4 år efter ses der derimod en reduceret udbredelse af mørtelslør (figur 22 og 23).



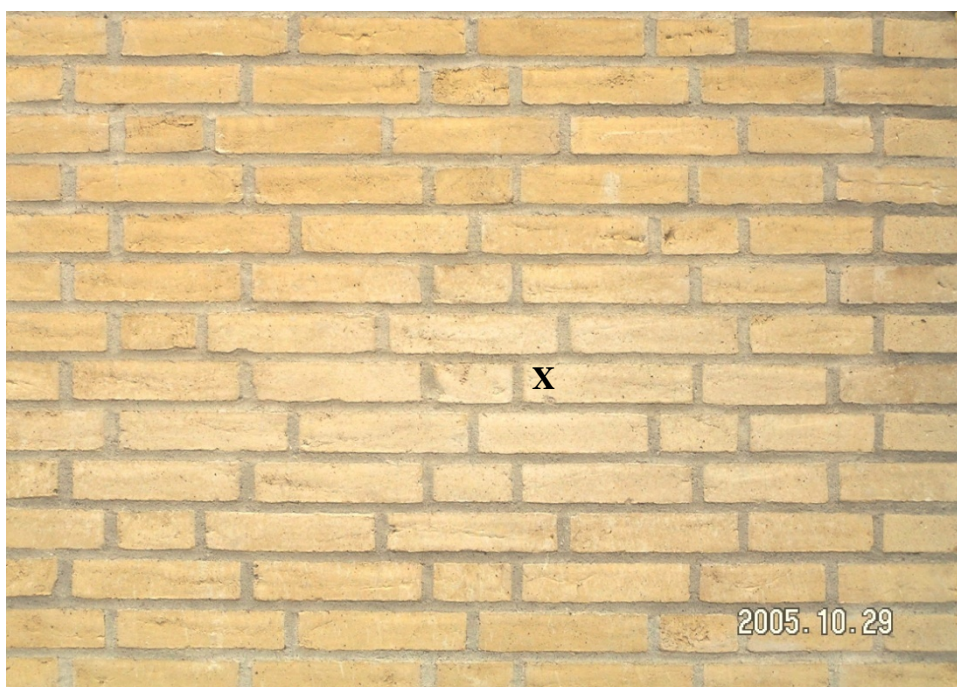
Figur 19. Eksempel på udsnit af nordfacaden, oktober 2005. 10 mdr. efter opførelse. Mørtelresterne ses tydeligt på kort afstand, mindre end 0,5 m fra muren.



Figur 20. Nordfacaden, oktober 2005. 10 mdr. efter opførelse. Mørtelresterne er mindre synlige, når de observeres 3-5 m fra muren.



Figur 21. Nordfacaden, marts 2009. 4 år efter opførelse. Forekomsten af mørtel-slør på nord- og vestfacade er mindsket over de 4 år.



Figur 22. Vestgavl, oktober 2005. Dette udsnit markerer forskellen mellem et område uden mørtelrester og et med mørtelrester. X viser et identisk punkt på de to billeder.



Figur 23. Vestgavl, marts 2009. 4 år efter opførelse. Mørtelresterne er reduceret i omfang i forhold til på figur 22. Der er mindst to sten, der har fået stenens egenfarve igen.