



# Søgården, Genbrug af mursten

---

Trin 1



**TEKNOLOGISK**  
**INSTITUT**

30. juni 2022

**Titel:**

Søgården, Genbrug af mursten  
Trin 1

**Rekvirent:**

EKAS Rådgivende Ingeniører A/S  
Trørødvej 74  
2950 Vedbæk

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C  
Tlf. 7220 2000  
Byggeri og Anlæg  
Murværk

**Kvalitetssikring:**

**Sagsansvarlig:** Jonas Møller Pedersen, tlf. 7220 1759, jmp@teknologisk.dk

**Godkendt af:** Sandra Michelis, tlf. 7220 1243, sami@teknologisk.dk

**Opgave nr.:** 140215

**Version nr.:** 01

**Dato:** 30. juni 2022

*Resultater af Institutets opgaveløsning beskrevet i denne rapport, herunder fx vurderinger, analyser og udbedringsforslag, må kun anvendes eller gengives i sin helhed, og må alene anvendes i denne sag. Institutets navn eller logo eller medarbejderens navn må ikke bruges i markedsføringsøjemed, medmindre der foreligger en forudgående, skriftlig tilladelse hertil fra Teknologisk Institut, Direktionssekretariatet.*

## 1. Indledning

Efter aftale med EKAS Rådgivende Ingeniører A/S har Teknologisk Institut gennemført en gennemgang af facademursten i bebyggelsen Søgården, Genbrug af mursten.

Gennemgangen blev foretaget 21. og 22. juni 2022 af Sandra Michelis og Jonas Møller Pedersen, Teknologisk Institut.

## 2. Baggrund

Formålet med opgaven er at undersøge genbrugspotentialet af facademursten fra 162 huse i bebyggelsen Søgården, 2880 Bagsværd. Da der er tale om en bebyggelse af et stort omfang, 162 huse, opdeles undersøgelsen i 3 trin. I hvert trin afklares det, om det kan betale sig at gå videre med undersøgelsen, og i hvilket omfang.

**Trin 1** omfatter gennemgang af bebyggelsen, herunder kortlægning af mørtelstyrke og forvitringsskader på sten. På baggrund heraf opdeles bebyggelsen i afsnit, hvor murstenene hhv. er intakte hhv. forvitrede til genbrug, og hvor der kan udtages repræsentative prøver.

**Trin 2** er en undersøgelse af potentialet for genbrug, og ikke en dokumentation af stenene. Der udføres laboratorieundersøgelser fokuseret på holdbarhed og ensartethed af stenene. Formålet er at afklare, om der er basis for nærmere undersøgelser.

**Trin 3** er den endelige dokumentation af egenskaber. Her udføres yderligere analyser til dokumentation af holdbarhed, samt undersøgelse af øvrige relevante egenskaber efter nærmere aftale (trykstyrke, format og variation af samme, minutsug, vedhæftning til relevant mørtel, etc.)

I nærværende rapport afrapporteres Trin 1.

## 3. Formål

Ifølge aftale med rekvirenten havde undersøgelsen følgende formål:

- Gennemgang af bebyggelsen og kortlægning af mørtelstyrke og forvitringsskader på sten.
- Opdeling af bebyggelsen i afsnit, hvor murstenene hhv. er intakte hhv. forvitrede til genbrug.
- Udpegning af hvor der kan udtages repræsentative prøver til undersøgelser under Trin 2.

#### 4. Data og modtagne informationer

Rekvirenten har oplyst følgende:

Byggeri info og historik	Tidsperiode	Konstruktioner/Materialer
Afdelingen består af 162 fritliggende parcelhuse	Bebyggelsen er opført i 1951	Facademuren er opført i røde sten. Bagmuren er opført i cellesten

Fotos udleveret af rekvirenten ses i bilag 1.

#### 5. Gennemgang af bebyggelsen

Ved gennemgang af bebyggelsens 162 huse er der foretaget en umiddelbar vurdering af kvaliteten af mursten i det udvendige murværk på baggrund af murværkets eksponering og forekomsten af eventuelle skader. I nogle tilfælde har huse og facader/gavle begrænsede adgangsforhold. Derfor er husene på følgende adresser ikke gennemgået: Krogshøjvej 168, Løvfrøvej 10, Snogebakken 26, Snogebakken 27, Snogebakken 31, Vibevangenget 131. Facader mod vest er bygget i forskellige materialer, herunder ofte andet materiale end murværk, og er for det meste inddækket af en udestue. Facader mod vest er derfor ikke gennemgået og omtales ikke yderligere. Samlet set er der gennemgået 155 huse og 413 facader og gavle.

Ved gennemgangen er følgende registreret:

- Stentype
- Forbandt
- Orientering af facade
- Opstigende grundfugt og saltskader
- Skader på mursten
- Udskiftning af sten
- Omfugning
- Hårdhed af opmuringsmørtel

Udskiftning af mursten tolkes som tegn på, at der har været skader på den oprindelige sten. Skadesintensiteten er vurderet på en skala fra 0-2, således:



0 = Ingen tilfælde

1 = Enkelte (1-5) tilfælde

2 = Mange tilfælde (mere end 10 -20 sten)

Hårdheden af opmuringsmørtlen er registreret således:

0 = Ridses med negl

1 = Ridses let med mejsel

2 = Ridses svagt med mejsel

## 5.1 Resultater

Fotos og resultaterne af gennemgang ses hhv. i Bilag 2: fotos fra gennemgang af bebyggelse og i det vedlagte "140215 Besigtigelsesskema – Søgården.pdf" (se vedlagte).

Følgende kan opsummeres:

- Alle huse i bebyggelsen er tilnærmelsesvis orienteret med gavle mod nord og syd, og facader mod øst og vest.
- Alle facader og gavle er med minimalt udhæng.
- Bebyggelsen er med muret sokkel.
- Der er muret med forskellige stentyper. Ved gennemgangen blev der overordnet inddelt i tre typer, hhv:
  - Stentype A: Røde strengpressede sten med præg (Foto 7).
  - Stentype B: Samme som type A, men hvor mange sten i facaden fremstår med revner (Foto 8 og 9).
  - Stentype C: Rød til rosé glat strengpresset mursten (Foto 10).
- Der er muret i forskellige forbandter, herunder rene løberforbandter og krydsforbandt med vekslende løber og kopskifter (Foto 7 og 11).
- Opmuringsmørtlen må for hele bebyggelsen generelt karakteriseres som havende relativ lav styrke. Dog er soklen opmuret med en relativ stærk og cementholdig mørtel.
- På et enkelt hus er det observeret, at murværket er isoleret med ca. 5 cm isoleringsmateriale (Foto 12).
- Der er registreret skader på 405 af 412 facader/gavle (98 %). Heraf har 281 ud af 412 facader/gavle (68 %) en skadesintensitet på 2. På 124 ud af 412 facader/gavle (30 %) er der registreret en skadesintensitet på 1. På 7 ud af 412 facader/gavle er der ikke registreret skader (skadesintensitet = 0). De hyppigst forekommende skader er salt og/eller frostskaeder. Eksempler på typiske skader ses i foto 13-20.
- Intensiteten af skader er ofte høj i mursten tæt på terræn. Dette skadesbillede er ofte relateret til opstigende grundfugt og/eller tøsaltholdning og tilhørende saltskader. Saltindholdet i mursten og mørtel er målt enkelte steder på østfacaden på Løvfrøvej 53. Måling på en skadet

sten 8 skifter (ca. 0.5 m) over terræn viser et forhøjet saltindhold på 2.6 % (se sten markeret med et 1-tal på foto 21). På samme facade, viser måling på en intakt mursten 6 skifter over terræn et ikke-forhøjet saltindhold på 0.2 % (se sten markeret med et 2-tal på foto 21). Måling på en skadet mursten 24 skifter over terræn (ca. 1.3 m) viser et ikke-forhøjet saltindhold på 0.6 %. To målinger på mørtlen hhv. ved soklen og ved 8. skifte viser begge et let forhøjet saltindhold på 1.2 %.

## 6. Vurdering

### 6.1 Opdeling af bebyggelsen i afsnit

Der er ingen umiddelbar systematik i forekomsten af skader, udover at skadesintensiteten ofte er høj i mursten tæt på terræn. Skader kan således ikke afgrænses til bestemte adresser og/eller områder af bebyggelsen, bestemte stentyper eller bestemte orienteringer af murværket (øst, syd, nord). Det er derfor Teknologisk Instituts vurdering, at der ikke kan peges på konkrete afsnit af bebyggelsen, hvor potentialet for genbrug er større end andre.

### 6.2 Vurdering af genbrugspotentiale

Der er registreret skader på stort set alle facader/gavle og skader af betydeligt omfang (skadesintensitet = 2) på over halvdelen af de undersøgte facader/gavle (281 ud af 412 facader/gavle). Skaderne kan ikke afgrænses til bestemte afsnit i bebyggelsen, og murværket må samlet set betragtes som værende i en ensartet tilstand af begyndende nedbrydning. De mest hyppige skader er salt og/eller frostskaeder.

#### 6.2.1 Saltskader

Der er stedvist tydelige tegn på saltbelastning af murværket tæt på terræn. For et enkelt hus, er der foretaget en analyse af murstenenes saltindhold. Analysen viser et forhøjet saltindhold på 2.6 % på en skadet mursten 8 skifter (ca. 0.5 m) over terræn (Foto 21). En tilsvarende analyse på en intakt mursten 6 skifter over terræn viser et ikke-forhøjet saltindhold på 0.6 % (Foto 21). Dette kan forklares med, at den intakte sten 6 skifter over terræn er mere hårdt brændt end stenen 8 skifter over terræn, da hårdt brændte mursten er mindre sårbare overfor salt. På en skadet mursten 24 skifter (ca. 1.3 m) over terræn er der målt et saltindhold 0.6 %. Som tommelfingerregel kan saltindhold over 1% have betydning for skadesbilledet.

Det er Teknologisk Instituts vurdering, at en stor del af de observerede skader kan tilskrives opstigende grundfugt og tilhørende saltskader. På østfacader kan der til dels være tale om saltskader

som følge af tøm-saltning. Selv på murværk uden skader vurderes det, at der er risiko for forhøjet saltindhold i mursten tæt på terræn, især på relativt let-brændte sten.

I forbindelse med genbrug kan saltbelastede mursten forårsage dårlige hærdebetingelser for den nye opmuringsmørtel, risiko for forvittring af mursten og mørtelfuge samt risiko for udblomstringer og misfarvninger. I forbindelse med genbrug bør saltbelastede mursten derfor frasorteres.

### 6.2.2 Frostskeer

Der er stedvist tegn på frostbelastning af murværket, herunder på mursten højt over terræn. Intensiteten af frostskeer indikerer, at en del af murstenene ikke er frostfaste i deres nuværende eksponering. Der er generelt tale om overfladiske skader. Bebyggelsens alder (ca. 70 år) vidner derfor om, at nedbrydningen af de ikke-frostfaste mursten går langsomt. En mursten kan godt tåle en vis smuldring eller forvitring i synsfladen, fordi nedbrydningen foregår langsomt. Frostskeer er derfor ikke direkte til hinder for genbrug, men ved genbrug af de ikke-frostfaste mursten må man regne med, at holdbarheden kan være varierende, og acceptere, at et antal sten løbende udvikler svære frostskeer og eventuelt skal skiftes. Stærkt frostskeadede sten bør frasorteres før genbrug.

Ved genbrug af de pågældende mursten må det forventes, at der foretages ændringer i konstruktionen, herunder øget isolering. Alt andet lige vil en højere isoleringsgrad medføre hårdere fugt- og frostpåvirkninger af facademuren, medmindre den nye facademur beskyttes konstruktivt f.eks. ved stort udhæng. Ved genbrug af de pågældende mursten er det derfor forventeligt, at forekomst af frostskeer øges og/eller accelereres.

### 6.2.3 Samlet vurdering

Genbrugspotentialet for murstenene må vurderes på følgende grundlag:

- Omkring halvdelen af husene er muret i forbandt med vekslende løber og kopskifter (krydsforbandt). Da murene ikke er massive, er der derfor en stor andel ikke-hele sten.
- Murstenene i 34 facader/gavle har en høj forekomst af revner (Stentype B, Foto 8 og 9). Revnerne er ofte af en sådan størrelse, at det må forventes at murstenene går i stykker ved nedrivning.
- Der er klare indikationer på, at murværket indeholder en forholdsvis stor del ikke-frostfaste sten. Ved genbrug af de pågældende mursten vurderes det sandsynligt, at forekomsten af frostskeer vil øges og/eller accelereres pga. øget isolering i murværket. Genbrugspotentialet afhænger i høj grad af, hvorvidt man kan acceptere løbende nedbrydning af sten og deraf følgende æstetiske ændringer og omkostninger forbundet med vedligehold. Stærkt frostskeadede sten bør dog frasorteres før genbrug.
- Saltbelastet murværk bør under alle omstændigheder frasorteres. Det konkrete murværk viser stedvist tydelige tegn på saltbelastning tæt på terræn. Der er dog indikationer på, at

relativt hårdt-brændte mursten ikke er saltbelastede. Uanset om murstenene er skadet af salt eller ej, vil et evt. saltindhold i murstenene kunne skade mørtlen i nyt murværk.

- Opmuringsmørtlen over soklen vurderes at være en relativ svag mørtel, hvilket giver gode forudsætninger for udvinding af hele sten. Der må eventuel påregnes ekstra spild eller omkostninger til afrensning i de områder, hvor der er blevet omfugtet med en relativ stærk og cementholdig mørtel. Der er observeret højere eller mindre grad af omfugning på 95 facader/gavle. Soklen er opmuret med en relativ stærk og cementholdig mørtel, og mursten fra soklen vurderes vanskelige at afrense. Der må derfor med stor sandsynlighed forventes et stort spild af mursten fra soklen.

Ved genbrug må der altså forventes et stort spild af mursten og omkostninger forbundet med frasortering af både stærkt frostskaadede og saltbelastede sten. Alene frasortering af saltbelastede sten kan meget groft estimeret løbe op i et spild på 10-25 %. Ligeledes må der ved genbrug accepteres løbende overfladisk forvitring af æstetisk betydning. Det er desuden Teknologisk Instituts vurdering, at det i praktisk kan være svært at gennemføre en kvalificeret frasortering af ikke-frostfaste og saltbelastede mursten. Samlet set må genbrugspotentialet betragtes som relativt begrænset. Det store antal ensartede huse og dermed mange mursten, kan dog retfærdiggøre yderligere undersøgelser, evt. forsøg med selektiv nedrivning.

### 6.3 Udpegning af hvor der kan udtages repræsentative prøver til undersøgelser under Trin 2

Genbrugspotentialet er begrænset til ikke-saltbelastede mursten over terræn. Mange af disse mursten har frostskaader, og den generelle frostfasthed er usikker. Gennemgangen af bebyggelsen har vist, at nedbrydningen af de ikke-frostfaste mursten går langsomt, og at der derfor stadig er et genbrugspotentiale. Det begrænsede potentiale kan undersøges nærmere ved en række laboratorieanalyser. Analyserne vil med alt sandsynlighed ikke kunne dokumentere, at stenene er frostfaste, men kan sige noget om, om det er forventeligt, at mængden af frostskaader øges og/eller accelereres ved genbrug. Repræsentative prøver til videre analyse kan med fordel udtages fra de huse, der står tomme. En fyldestgørende analyse kræver prøver af forskellige stentyper og af både intakte og ikke-intakte sten. Forslag til hvor der kan udtages prøver er givet i Tabel 1. For at kunne sammenligne forskellige stentyper foreslås det, at 6 sten udtages fra hver af de i Tabel 1 nævnte adresser (24 sten i alt). Herudover foreslås det, at der på de samme adresser, laves en nærmere kortlægning af saltindholdet for at præcisere mængden af sten i bebyggelsen, der bør frasorteres pga. forhøjet saltindhold.

Tabel 1: Udpegning af hvor der kan udtages repræsentative prøver til undersøgelser under Trin 2

Adresse	Orientering	Stentype	Forbandt
Løvfrøvej 8	Sydgavl	C	Løberforbandt
Løvfrøvej 9	Sydgavl	C	Løberforbandt
Vibevænget 118	Sydgavl	A	Krydsforbandt
Salamandervej 16	Sydgavl	A	Krydsforbandt



## Bilag

Bilag 1: Fotos modtaget af rekvirent

Bilag 2: Fotos fra gennemgang af bebyggelse

Bilag 1: Billeder modtaget af rekvirent



Foto 1 og 2.



Foto 3 og 4.







Foto 4 og 5



Foto 6

Bilag 2: Fotos fra gennemgang af bebyggelse



Foto 7. Stentype A: røde sten med præg. Her muret i Krydsforbandt



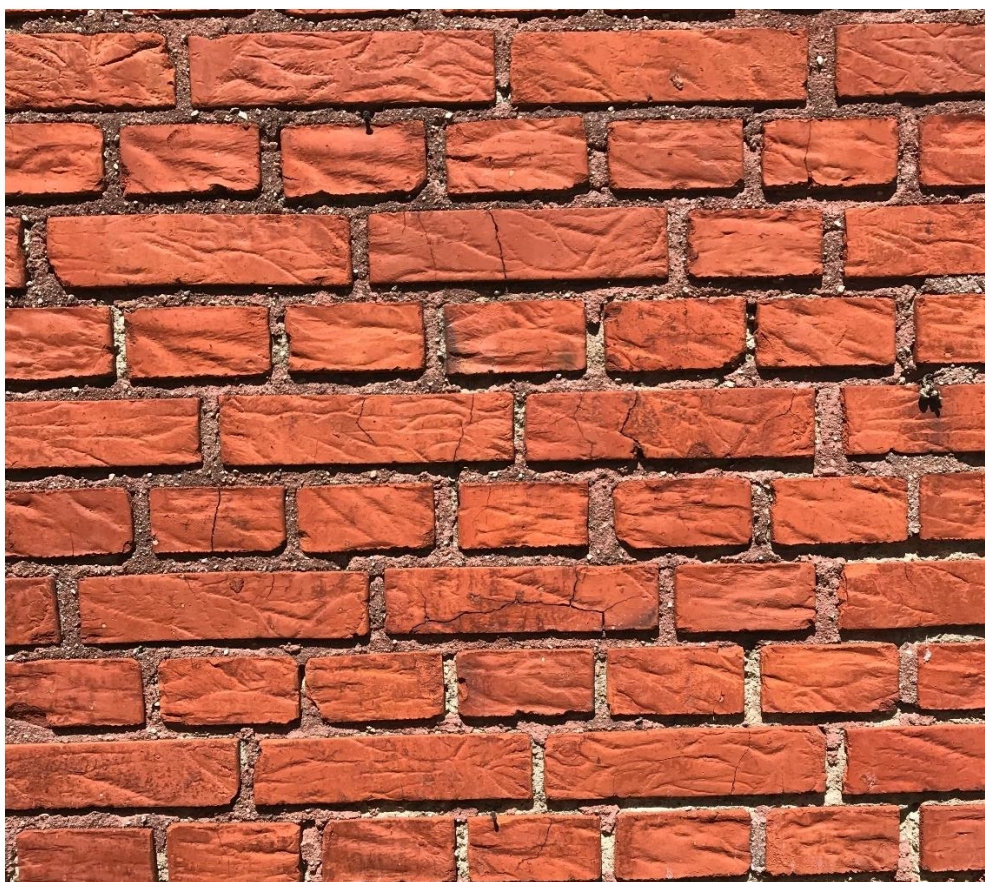


Foto 8. Stentype B. Samme type som stentype A, men med hyppige revner



Foto 9. Stentype B.



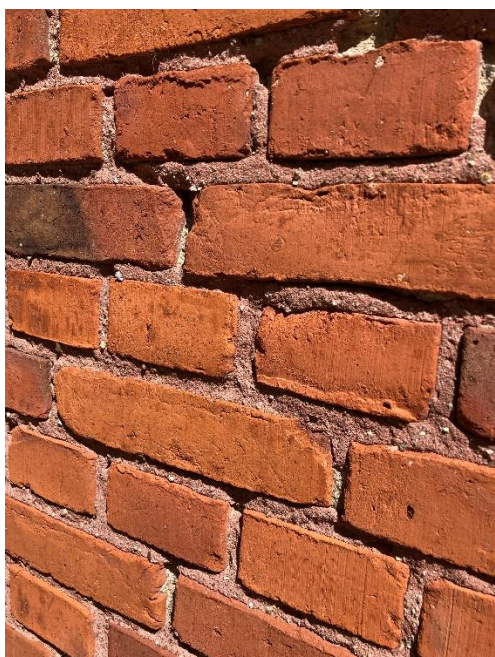


Foto 10. Stentype C: Røde til Rosé mursten



Foto 11. Stentype C: Røde til Rosé mursten. Her muret i løberforbandt





Foto 12. På ét enkelt hus er det observeret, at murværket er isoleret med ca. 5cm isoleringsmateriale

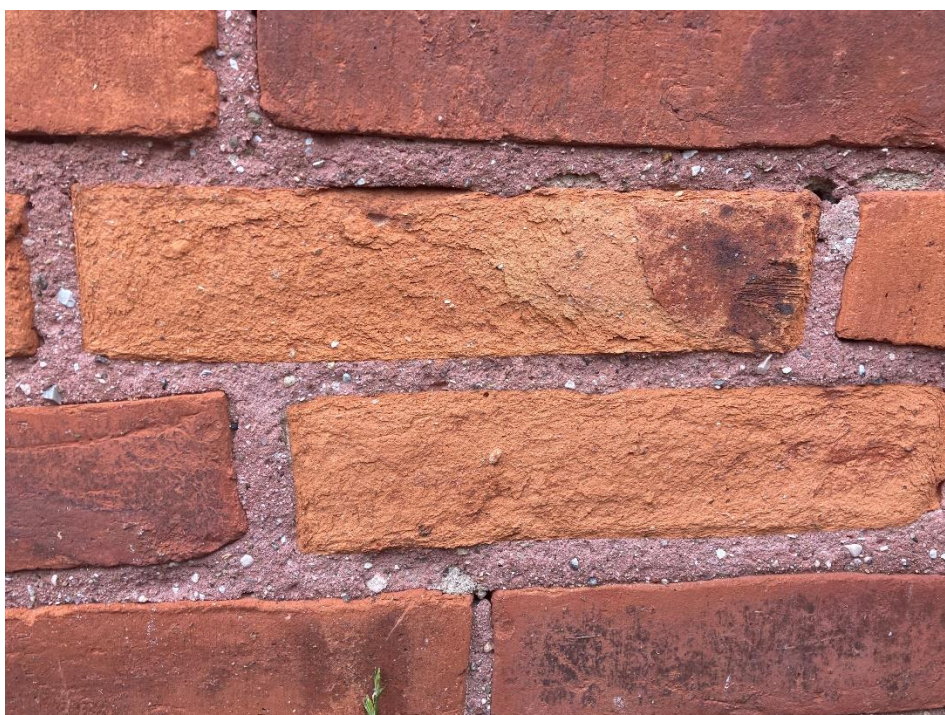


Foto 13. Typiske skader på mursten





Foto 14. Typiske skader på mursten



Foto 15. Typiske skader på mursten





Foto 16. Typiske skader på mursten



Foto 17. Typiske skader på mursten





Foto 18. Typiske skader på mursten

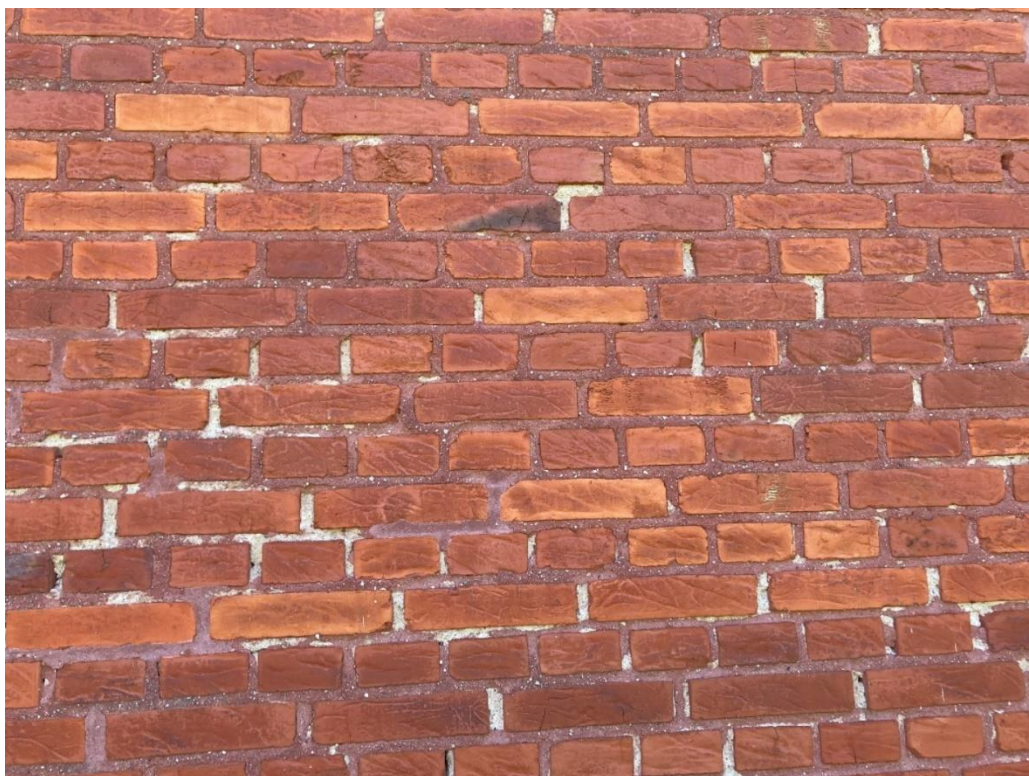


Foto 19. Gavl med typiske skader på mursten



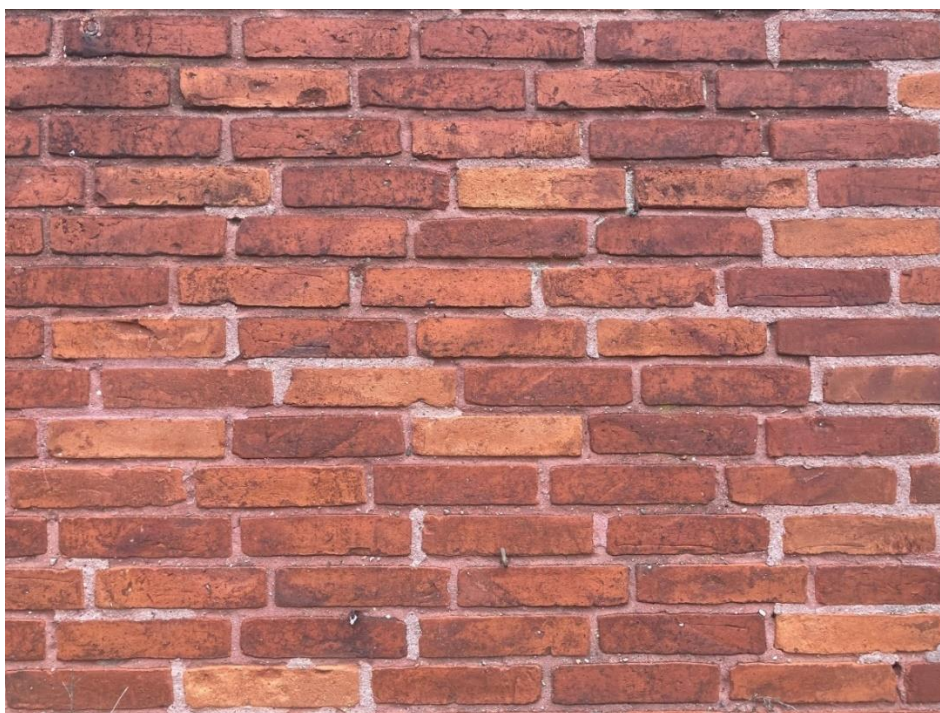


Foto 20. Gavl med typiske skader på mursten



Foto 21. Mursten testet for saltindhold. Stenen markeret med "1" har et forhøjet saltindhold på 2.6 %. Stenen markeret med "2" har et ikke-forhøjet saltindhold på 0.2 %.