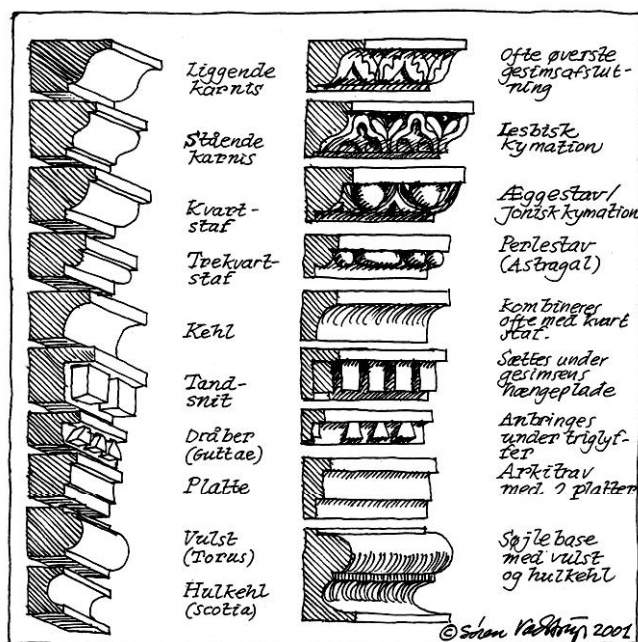


RESTAURERING AF SANDSTEN PÅ FACADER

af Søren Vadstrup

Dato: Januar 2010



1: Sandsten

Sandsten har i århundreder været anvendt til bygningsdekorationer, dels fordi det er et meget smukt materiale, der står godt til den danske murstensarkitektur, dels fordi sandsten er let at bearbejde og dertil kommer, at det i de fleste tilfælde er et meget holdbart (vejrfast) byggemateriale.

Sandsten består for det meste af sandkorn af kvarts, som er sammenkittet af et bindemiddel. Sandet har ligget som aflejringer, oftest gammel havbund, hvor gennemsvivende vand for millioner af år siden har afsat bindemidlet, enten kalk, kisel, ler eller jernspat.

Sandstenene kan derfor være kalkbundne, kiselbundne eller (sjældent) ler- eller jernbundne. Sandstenens gullige eller røde farve eller farvespil vil oftest skyldes jernforbindelser i bindemidlet.

Profilerede dekorationer

Sandsten benyttes bl.a. til trapper, sokkelbeklædninger, kvadre, dørindfatninger (sandstens-portaler), vinduesindfatninger, fordakninger, gesimser, bånd eller en tavle med en inskription. Disse elementer kalder man for *profilerede sandstensdekorationer*, *profiler* eller *profilled*. Herunder hører også gentagne særligt dekorative elementer som perlestav, æggestav/astagal, lesbisk kymation eller dekorerede tandsnitfriser. Doriske kapitæler og alle søjlebaser (hel- eller halvsøjler) regnes også som profilled.

Skulpturelle dekorationer

Derudover benyttes sandsten også til *skulpturelle sandstensdekorationer*, der typisk udføres af en billedhugger (tidligere uddannet på Kunstakademiet Billedhuggerskole), såsom kartoucher og rocailler (dekorationer over vinduer og døre), ranker, medailloner, vaser, hel- eller halvskulpturer samt joniske og korinthiske kapitæler m.v.

2: Sandstenstyper

De mest almindelige sandsten på danske bygninger kan være:

- Grå (Gotlandsk sandsten)
- Grågule (Obernkirchen, Cotta-, eller Posta-sandsten)
- Grårosa (Nexø sandsten)
- Røde (Helsingborg- eller Øvedkloster sandsten).

Sandstenen har, ud over farven, også andre egenskaber, der bl.a. er knyttet til det bindemiddel, sandskornene er kittet sammen med i stenen, fra naturens hånd. De kiselbundne sandsten er hårdest og har generelt den bedste holdbarhed, bl.a. i forhold til nedbrydning fra syrerester i regnvandet. Her er de kalkbundne sandsten meget eksponerede for nedbrydning. Denne forskel er dog formindsket efter det mindre eller helt fraværende indhold af svovlsyre i røgen fra varmeværker, oliefyr og biler.

Kalkbundne sandsten

Gotlandsk Sandsten

Svensk (Gotland). Finkornet, grå.

Helsingborg Sandsten

Svensk (Pålsjö i Skåne). Finkornet og grå.

Hör Sandsten

Svensk (Hör i Skåne). Finkornet, grå

Kiselbundne sandsten

Bremersandsten (Obernkirschen Sandsten)

Tysk (Obernkirchen i Westphalen). Finkornet, gullig grågul.

Cottasandsten (Pirnasandsten)

Tysk (Dresden). Finkornet, grågul

Postaersandsten

Tysk (Dresden) Grovkornet, grågul.

Neksøsandsten

Dansk (Bornholm). Finkornet, grårosa.

Øvedklostersandsten (Röd Övedssandsten)

Svensk (Skåne). Finkornet, lyserød.

3: Nedbrydningen af sandsten

Det er en myte, at sandsten nedbrydes meget hurtigt, at nedbrydningen generelt sker hurtigere i dag end før i tiden samt at "skader" på sandsten er et stort økonomisk og byggeteknisk problem. Sandsten er f.eks. langt mere holdbart end beton og renovering af sandsten koster på årsbasis kun en brøkdel af hvad diverse betonrenoveringer koster.

Som alle andre byggematerialer forvitrer sandsten og kridtsten naturligvis også. Den starter i princippet så snart stenen er fjernet fra sit naturlige leje og slutter, når alt bindemidlet er vasket ud og stenen igen er omdannet til sand. Oftest går der dog mellem 100 og 200 år, før forvitringen overhovedet kan konstateres i overfladen. Ved sokler og andre udsatte steder vil forvitringen dog ofte sætte hurtigere ind. For ligesom det er *vandet*, der opbygger sandstenen, er det også for en stor del *vandet*, der nedbryder den igen.

Foruden stenens egne egenskaber, dens bindemiddel, dens kornstørrelse, dens porestørrelse m.m., er det *miljø*, som stenen er anbragt i, ganske afgørende for dens holdbarhed.

Det trænedede øje er det mest effektive analyseinstrument overfor sandstenens tilstand, idet stenens *overflade* afslører næsten alt. Man skelner mellem 10 symptomer, som hver har særlige visuelle udtryk, men som godt kan have forskellige årsager:

- 1 **Afsanding**, almindelig fysisk og kemisk forvitring, der ses som en opløsning og pulverisering af stenen i særlige partier eller over det hele.
Årsag: Regnvandets gradvise opløsning af bindemidlerne. Sur nedbør fremmer denne nedbrydning.
- 2 **Mekanisk slid eller afslag**, der ses som slidspor, huller eller afslåede hjørner eller kanter.
Årsager: Mennesker, dyr, biler, vogne, kæder, kroge, hærværk osv.
- 3 **Skorpedannelse**, der ses som en begyndende "sårdannelse", revnedannelse eller afskalning i stenens yderste overflade, den såkaldte "skorpe" eller "vejrskal". Under skorpen vil stenen være pulveriseret/afsandet.
Årsag: Udfældning af salte m.m. lige under stenoverfladen.
- 4 **Afskalning**, der enten ses som en få milimeter tynd, jævn afskalning af selve "skorpen" eller som en lidt dybere decideret **frostafsprængning**.
Årsag: Salt- og vandophobning under en "lukket" stenoverflade/skorpe kombineret med mange "frysepunktpassager" i vejret.
- 5 **Revner og brud**, der ses som bittesmå eller store revner i stenen.
Årsager: Overbelastning af stenen, fejl i stenen ("slag", "stik" eller brudrevner, som burde være frasorteret), sprængte jernankre, på grund af rust, for hårde mørteltyper i fugerne etc.
- 6 **Gips- eller kalkudfældning**, der ses som grå eller sorte lag under udkragninger og andre "regnskygger".
Årsag: Svovl fra luften og regnvandet går i forbindelse med kalken og danner gips. Gipsen binder snavset.
- 7 **Saltudfældning**, der ses som hvide saltkrystaller på fugtige steder uden på stenen.
Årsag: Salt fra opadstigende grundfugt udfældes udvendigt på stenen ved vandets fordamning.
- 8 **Biologisk vækst**, der ses som grøn algevækst eller grågrøn lav- eller mosbegroning. Hertil kommer deciderede plantevækster.
Årsag: Opfugtning af stenen samt afsmitning fra træer og lignende.
- 9 **Opfugtet tilstand**, der ses som store fugtige områder, fugtskjolder osv, oftest nederst på sandstenen.
Årsag: Hygroskopiske salte i overfladen, opadstigende grundfugt, slagregn, vandtilførsel fra utætte nedløb, tag eller tagrender m.v.
- 10 **Andet**. Misfarvning fra kobberinddækninger (ir), jerngensrtande (rust). Fejlbehandling af stenen som følge af kemisk rensning, maling, imprægnering, coating, cementreparationer m.m. Brandskader.

4: Forebyggelse mod nedbrydning

Kvalitetskontrol.

Sandstenen skal fra starten være nøje udvalgt og kvalitetsvurderet af leverandøren og stenhuggeren m.h.t. vejrfasthed, farvespil, fin- og grovkornethed, fejlfrihed osv.

Konstruktiv beskyttelse og forebyggelse.

- Man skal om muligt vende sandstenen, så den lagretning, den har fra bruddet, ligger vandret. Dette kaldes også, at stenen ligger 'på fladen'. Her har sandstenen det bedst og holder længst. Kan dette ikke lade sig gøre, fordi der er tale om en lodret indfatning til en dør, skal lagretningen vendes vinkelret på facaden.
- Man skal konsekvent isolere sandstenen mod opadstigende grundfugt v.h.a. blyplader, skiferplader el.lign. mod sokkel.
- Der må ikke bruges en cementmørtel til indmuring, men kun en let hydraulisk mørtel (KKh 2:1:9).
- Indmurede sandsten bør om muligt have et ventilleret hulrum bag beklædningen
- Ved indmuring af sandstenen med *ankre* må man ikke benytte jernankre, der kan ruste og sprænge stenen. I stedet benyttes rustfri stålankre eller bronze- eller kobberankre.
- Vejsalt, vandopsprøjt fra vandpytter, biludstødning m.m. er 'gift' for sandsten.
- Sandstenen skal beskyttes mod slid, stød osv.
- Man kan overveje at male sandstenen med linoliemaling, hvilket erfaringsmæssigt vil medvirke til at bevare sandstenen.



Pragt vase fra Dehns Palæ i København. Sandstenen har siden hugningen i 1756 været malet med blyhvidt linoliemaling, hvilket har bevaret sandstenen ret godt i 250 år.

5: Grafisk tilstandsregistrering

Står man overfor en ældre dekoration af sandsten, hvor man kan konstatere en fremskredet forvitring, er det ofte en god idé for sit eget overblikks skyld at foretage en såkaldt *grafisk tilstandsregistrering*.

Den går ud på at man på en eller flere tegninger, helst en nøjagtig opmåling, registrerer de forskellige "skadetyper" med en grafisk signatur eller med farver. Alle synlige flader registreres.

Registreringen kan som det viste eksempel udbygges med en registrering af de enkelte stens lagretning, hvor der er originale sten samt hvor der er nye, eller hvor der er tilført andre nye materialer.



Endelig kan man også på samme eller en ny tegning vise hvilke forslag til behandlinger, man foreslår.

- A: Sten, der bibeholdes
- B: Sten, der konsolideres kemisk
- C: Sten, der genopbygges plastisk
- D: Sten eller del af sten, der skiftes ud
- E: Sten, der afformes og afstøbes
- F: Andet: Snavs- eller malingsafrensning, udtagning til genanvendelse, m.m.

6: Istandsættelse af sandsten

Forvitrede facadeelementer i f.eks. sandsten kan istandsættes efter fem forskellige metoder - enkeltvis eller kombineret:

- 1 Nyhugning - evt. efter rekonstrueret model - udført af en stenhugger
- 2 Partielle reparationer (fyringer) udført i samme materiale af en stenhugger
- 3 Plastisk genopbygning i et nyt materiale udført af en stukkator
- 4 Konstruktiv konsolidering/afstivning med metalbeslag udført af en smed
- 5 Kemisk konsolidering (konservering) udført af en stenkonservator

NB: Både tilstandsvurderingen af dekorationerne samt valg af istandsættelsesmetoder bør udføres af en uvildig rådgiver, der ikke selv står for den konkrete udførelse.

1 Nyhugning

For skulpturelle sandstensdekorationer, vil man ofte udføre en *rekonstrueret model* i gips på baggrund af en afstøbning i gips af originalen. Den rekonstruerede model overføres til sandstenen v.h.a. et punkterapparat. Behugningen rekonstrueres og kopieres ligeledes nøjagtigt.

Der henvises i øvrigt til Center for Bygningsbevarings ANVISNING: *Afrensning, afformning, afstøbning og rekonstruktion i gips af forvitrede sandstens-dekorationer mm.* (Søren Vadstrup, marts 2007).

Derudover henvises der til Center for Bygningsbevarings ANVISNING: *Nyhugning og indmuring af sandstensdekorationer.* (Søren Vadstrup, marts 2007).

Ved en total udskiftning af skulpturelle sandstensdekorationer, skelner man mellem 5 forskellige begreber:

Kopi

Udført nøjagtigt som originalen (materilemæssigt og håndværksmæssigt).

Rekonstruktion

Hvor manglende dele er rekonstrueret efter sikre spor eller kilder. Der benyttes samme materialer og metoder som originalen.

Gendigtning

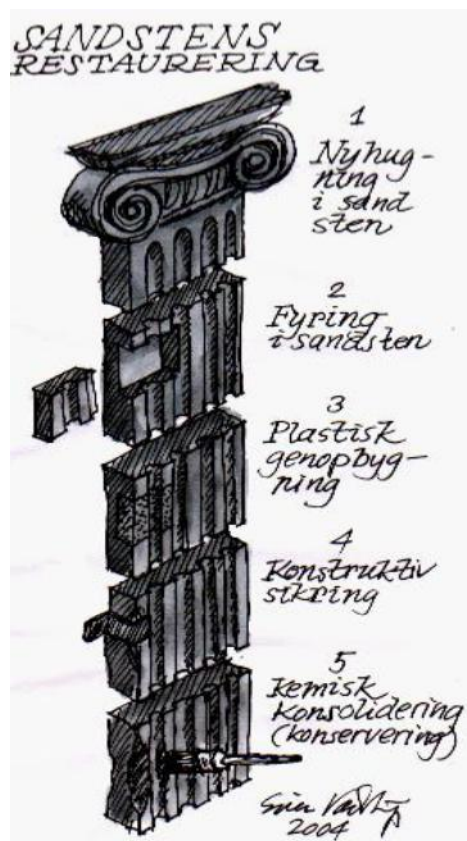
Hvor originalen kendes kun fra svage spor eller kilder. Kan evt. udformes i en helt anden stilart end originalen.

Parafrase

Nye element, der indpasser sig stilmæssigt i et ældre formsprog, fordi originalen kun kendes fra svage spor eller kilder.

Attrap

Nyt element, udført i et andet materiale end originalen.



2 Partielle reparationer udført i samme materiale

Hvis udskiftningen blot omfatter en del af en sandstensblok, kaldes indgrebet en *fyring*. Denne udføres i samme materiale, farvespil og limes på med en vandfast polyester eller epoxylim. Vandfast kaseinlim kan også bruges.

En delvis udskiftning kan også omfatte en hel blok, som indgår i en del af en dekoration.

Fyringer skal have samme lagretning som originalen og samme behugning.

Eventuelle naturlige fuger, der indgår i fyringen, skal udføres som de eksisterende m.h.t. dimension og farve. Fugningen skal ske med en let hydraulisk kalkmørtel (KKh 2:1:9)



*Fyring isat efter rustsprængt jern.
Den modsatte side trænger også.*



*Meget tydelig afbladning af sandstensens
overflade*

3 Plastisk genopbygning i et nyt materiale

Plastisk genopbygning af manglende dele i et nyt materiale foretages typisk på stedet, evt. efter anbringelse af metalbindere af rustfrit stål eller galvaniseret jern, boret ind i den originale sten, hvorved man kan afstive og sammenbinde originalen og den genopbyggede/håndmodellerede del.

Materialerne kan være kalkmørtel, let hydraulisk kalkmørtel, epoxy med sandstenspulver etc. Kalkmørtel, evt indfarvet med pigmenter bør foretrækkes, da det er meget vigtigt, at det nye materiale, der tilføres, er *svagere* end originalen, det sidder på.

Plastisk genopbygning udføres typisk af en stukkatør med dokumenteret erfaring i modellering i hånden. Stenkonservatorer er også ofte oplært i dette. Man skal altid udbede sig prøver og aktuelle referencer fra den håndværker, man vil benytte sig af.

For at rekonstruere de manglende dele, kræves der enten at udformningen af det manglende stykke kan ses på et andet sted på facaden, eller at det er muligt at rekonstruere dette efter sikre spor på den aktuelle dekoration eller andre kilder i form af ældre fotografier eller tegninger.

Genopbygningen skal udføres med spatler og modeljern og skal udformes præcist som forbilledet med hensyn til form, profiler, farve og overfladekarakter. Genopbygningen kan eventuelt patineres med indfarvet kalkvand, så det ikke visuelt udskiller sig fra de øvrige elementer af sandsten.

4 Konstruktiv konsolidering/afstivning

Konstruktiv konsolidering består i at sikre sandstenen eller dele af den mod at falde af eller ned, vælte eller knække. Derudover også til at samle allerede revnede eller knækkede elementer.

Dette gøres enten (1) usynligt ved fastlimning af løse dele, (2) ved indborede og fastlimede ankre eller bolte, eller det gøres (3) synligt med afstivende beslag, bånd eller stivere/støtter. Der anvendes altid rustfrit, syrefast stål til disse arbejder.

Kortere revner kan limes sammen eller fastholdes/konsolideres ved at injicere en tynd, vandfast lim med en spids kanyle eller sprøjte. Alt overskydende våd lim aftørres med det samme efter limningen, uden at der kommer limrester ind på de ikke limede flader.

Ved længere revner kan man efter en konkret vurdering på stedet vælge at forlænge revnen ved forsigtig presning med slanke trækiler, der bankes ind i revnen. Derved gennemføres bruddet/afslaget af den potentielt løse del af decorationen.

Fastlimning af løse dele

Sammenlimninger foretages ved at indbore og fastlime minimum to, ved længere stykker ét per 10 cm, jernankre af Ø 6,0 mm, syrefast rustfrit stål i brudfladen, der korresponderer præcist med tilsvarende huller i det løse stykke, og anbragt således at det løse stykke kan skubbes ind på plads uden synlig forskubbelse af brudfladen.

Der benyttes en vandfast lim af et anerkendt mærke til indmuringen og fastgørelsen. Alle limrester skal fjernes med det samme efter isættelsen, mens limen er våd.



Før



Efter

5 Kemisk konsolidering

Kaldes også 'stenkonservering'. De midler, der anvendes er bl.a. polyurethan-stoffer, kieselreestere samt kalkvand. Stofferne kan stryges eller sprøjtes på samt injecteres.

Metoden bør udføres af en uddannet Stenkonserverator, f.eks. fra Konservatorskolens linie for 'Monumentalkunst'.

Den udførende bør give en garanti på, at behandlingen ikke skader de eksisterende materialer, f.eks. ved at øge nedbrydningen og derved forkorte levetiden, medføre en hård skal i overfladen, der vil falde af eller medføre misfarvninger, udblomstringer etc.

Som nævnt i ANVISNING nr *Vedligeholdelse af sandsten*, kan kemisk konsolidering af forvitret sandsten f.eks. ikke benyttes, hvor der er salte tilstede i stenen eller dens overflade. Dette fænomen ses jo indimellem herhjemme.

7: Litteratur

Suenson, Edouard: *Byggematerialer*.

Bind 3: Natursten. København 1942 (3. udg.)

Vadstrup, Søren: *Istandsættelse af sandstensdekorationer*

I: "Bygning, By og Land" nr. 25, marts 1995

Vadstrup, Søren: *Stenhuggerhåndværket*.

I Kirkeby, I.M. (red.) "Sandstensportaler i Danmark". Skov- og Naturstyrelsen/Christian Ejlers Forlag. 1995

Vadstrup, Søren: *Vedligeholdelse og restaurering af sandsten*

BYG-ERFA-Blad 98 02 09. København 1998

Vadstrup, Søren: *Afrensning, afformning, afstøbning og rekonstruktion i gips af forvitrede sandstens-dekorationer mm.*

Center for Bygningsbevarings ANVISNING nr . 2007

Vadstrup, Søren: *Restaurering af sandsten.*

Center for Bygningsbevarings ANVISNING nr . 2007

Vadstrup, Søren: *Nyhugning og indmuring af sandstensdekorationer.*

Center for Bygningsbevarings ANVISNING nr . 2007

Vadstrup, Søren: *Vedligeholdelse af sandsten*

Center for Bygningsbevarings ANVISNING nr . 2007

Center for Bygningsbevarings ANVISNINGER kan suppleres med detaljerede arbejdsbeskrivelser, der er en punktopstillet udførelsesvejledning, inklusiv materialespecifikationer og udfaldskriterier.

Arbejdsbeskrivelser udarbejdes af Center for Bygningsbevaring efter aftale. Se også på www.bygningsbevaring.dk under 'Beskrivelser'.

ARBEJDSBESKRIVELSER til

Restaurering af sandsten og natursten på facader

1. Afrensning, afformning, afstøbning og rekonstruktion i gips af forvitrede sandstensdekorationer mm.
2. Nyhugning og indmuring af sandsten på facader
3. Konsolidering af sandsten (Stenkonservering)
4. Udførelse af fyringer i samme stenart
5. Plastisk genopbygning af sandstensdekorationer
6. Udførelse af sålbænke sålbænke i natursten

ANVISNINGER til Bygningsbevaring Brug af Center for Bygningsbevarings ANVISNINGER

Center for Bygningsbevaring

Center for Bygningsbevaring er et uafhængigt viden-center, der arbejder med bevaring og udvikling af den byggede kulturarv via forskning, kurser og efteruddannelse, samt projekter og handlingsplaner på historiske bygninger. Centeret løser opgaver for statslige styrelser, kommuner, fonde, ejendomsselskaber samt ikke mindst for private ejere af fredede og bevaringsværdige ejendomme. Centeret er desuden tilknyttet Det Kongelige Bygningsinspektorat II som rådgiver omkring blandt andet bygningssyn.

Brug af Center for Bygningsbevarings ANVISNINGER

Center for Bygningsbevarings anvisninger er fortrinsvist rettet mod private husejere, men må gerne benyttes, citeres fra og "klippes i" af tegnester, håndværksfirmaer eller andre til professionelle formål, f.eks. til arbejdsbeskrivelser til restaureringsarbejder. Det er **ikke tilladt** at bringe uddrag fra, klippe i eller viderebearbejde/rette i Center for Bygningsbevarings anvisninger i trykte publikationer, på internettet eller anden offentlig formidling uden skriftlig tilladelse fra Center for Bygningsbevaring.

Forbehold

Der gøres opmærksom på, at brug af Center for Bygningsbevarings anvisninger altid og i hvert enkelt tilfælde vil bero på en konkret vurdering på stedet. Centeret kan derfor ikke påtage sig noget ansvar for anvendelsen af beskrivelser, anvisninger m.m. i de tilfælde, hvor Centeret ikke selv har et aftalt ansvar for bedømmelsen.

Center for Bygningsbevaring kan bestilles til at udarbejde ARBEJDSBESKRIVELSER.

Center for Bygningsbevarings anvisninger kan suppleres med detaljerede arbejdsbeskrivelser, der er en punktopstillet udførelsesvejledning, inklusiv materialespecifikationer og udfaldskriterier. Arbejdsbeskrivelser udarbejdes af Center for Bygningsbevaring efter aftale og med honorar.

Bygningssyn og rådgivning

Center for Bygningsbevaring i Raadvad har etableret en landsdækkende rådgivning, der påtager sig at udføre uvildige bygningsundersøgelser. Specialuddannede fagfolk gennemgår hele huset eller dele af det, og udfærdiger en rapport over bygningens tilstand, problemer og anbefalede indgreb, listet op i en prioriteret plan og vedlagt anvisninger på selve udførelsen. De konkrete arbejder udføres af håndværkere efter husejerens eget valg.

Koordinering

Center for Bygningsbevarings anvisninger på www.bygningsbevaring.dk er koordineret med Kulturstyrelsens 'Information om Bygningsbevaring' på www.kulturarv.dk samt Velfærdsministeriets vejledning: 'Bevaringsværdige bygninger – sikring af bevaringsværdier' www.sm.dk (søg i publikationer Bevaringsværdige bygninger, 2006)

Rådgivning

Centeret tilbyder i perioder gratis rådgivning via E-mail eller telefon. Gældende regler for at benytte denne service fremgår af hjemmesiden www.bygningsbevaring.dk, hvor man også kan finde aktuell E-mailadresse og telefonnummer.

Tak til

Center for Bygningsbevarings anvisninger opdateres og redigeres løbende, og de viste blade erstatter alle tidligere informationsmaterialer fra Raadvad-Centeret vedrørende praktisk bygningsstandsættelse og bevaring. Center for Bygningsbevarings anvisninger er opdateret og udbygget i 2009-10 med støtte fra Åse og Ejnar Danielsens Fond, Sonning-fonden, samt Margot og Thorvald Dreyers Fond og igen i 2011-12 med støtte fra Åse og Ejnar Danielsens Fond.