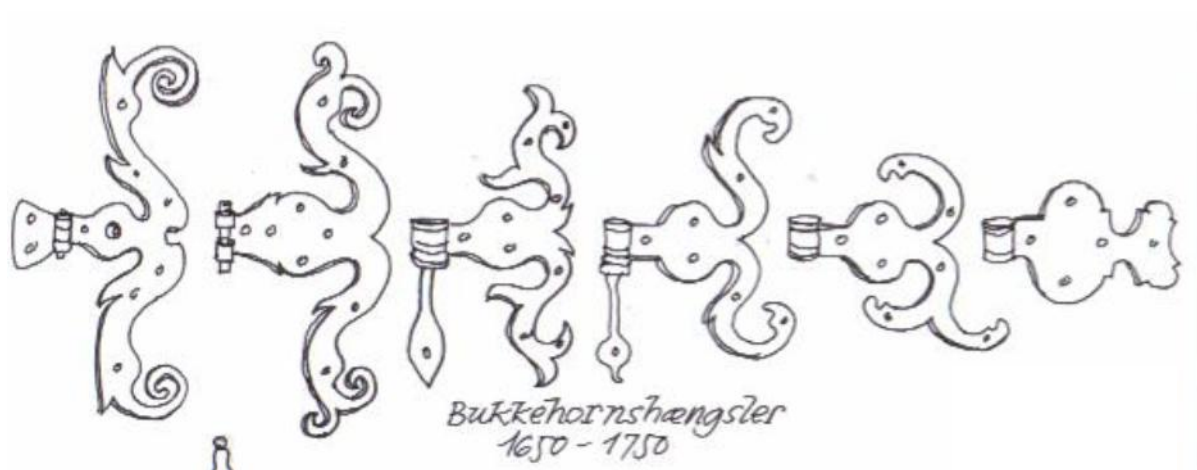


RESTAURERING AF SMEDEJERN

af Søren Vadstrup

Dato: Januar 2010



Smedejern og støbejern

Jernmalm, der findes i jorden, er næsten altid kemisk forbundet med andre grundstoffer, først og fremmest ilt. Når man fremstiller jern ud fra jernmalm, brænder man derfor iltten bort ved hjælp af kul, enten i form af trækul eller stenkul. Under denne proces, der kan ske ved "lav" varme - ca 1200-1500°C - eller ved en højere varme - over 1500°C, optager jernet *kulstof* i stedet for ilt. Ved den lave smelte-temperatur optager jernet relativt lidt kulstof, ca. 0,5 - 1,5%, ved de højere smelte-temperaturer forholdsvis mere, nemlig 2,2 - 6 % kulstof.

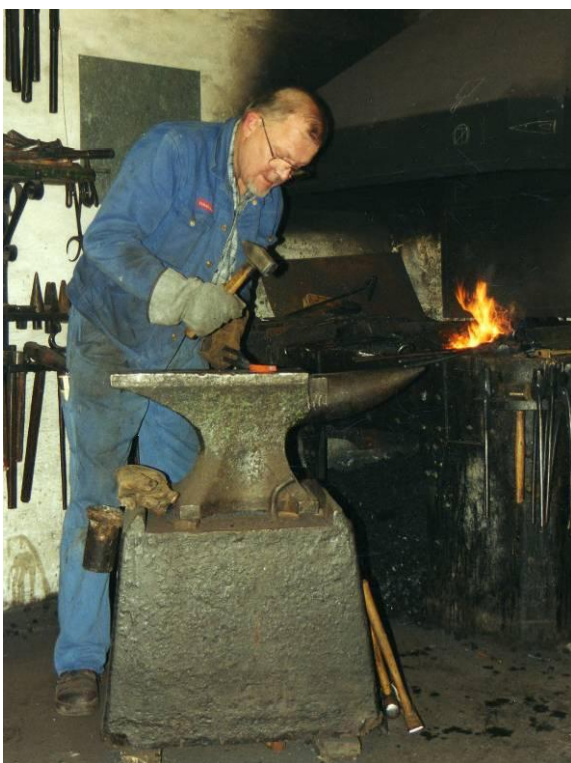
Der er meget stor forskel på de to typer jern. Det kulstoffoldige jern (2,2 - 6%) er hårdt, skørt og stift i hærdet tilstand. Det kulstoffattige (under 1,5 - 1,7%) er blødt, sejt og let bøjeligt i hærdet form.

Den første form for jern kalder man *støbejern*, idet det ved opvarmning over 1300 grader pludselig begynder at smelte, uden først at blive blødt. Det kulstoffoldige støbejern kan derfor kun formgives ved *støbning*, d.v.s. smeltning.

Smedejern

Den anden form for jern kalder man *smedejern* eller smedeligt jern, idet det i glødende tilstand bliver meget plastisk, så det kan bearbejdes/smedes med hammerslag.

Der er med andre ord meget stor forskel på smedejernets og støbejernets fremstillingsmetoder, tekniske egenskaber og endvidere på deres arkitektoniske udtryk. Men der er også meget stor forskel på de to typer jerns anvendelses-muligheder, på deres holdbarhed og på de skadetyper, der forekommer med tiden. Derved bliver en vurdering af tilstanden samt valg af reparationsmetoder også vidt forskellige, fra smedejern til støbejern.



Glødende smedejern smedes ud på en ambolt



Smeltet støbejern hældes ned i en sandform

Ud over kulstof indeholder smedejern og stål en lang række andre stoffer, f.eks. mangan, fosfor, svovl, silicium og krom, som påvirker materialets egenskaber, d.v.s. hårdhed, styrke, smede- og svejselighed, rustbestandighed m.m. Men det er især kulstofindholdet, der er vigtigt for *smedbarheden*, som vi i denne forbindelse skal interessere os for. Her er det sådan, at det *mindst* kulstofholdige smedejern (0,02% - ca. 0,4%) er det blødeste, mest plastiske og letteste at bearbejde i glødende tilstand. Indeholder jernet over 0,4% kulstof, bliver det mere hårdt, mindre smidigt og desuden *hærdbart*. Dette kalder man *stål*.

Jo mindre kulstofindhold, der er i smedejern, jo blødere og lettere smedeligt er det - plus, at man har et større "temperaturområde" at arbejde i. Smedetemperaturen er mellem 700-1200°C. Ved 1300-1450°C bliver det bløde jern "klistret" og man kan essesvejsede to stykker jern sammen til en homogen enhed. Ved ca. 1550°C smelter smedejernet.

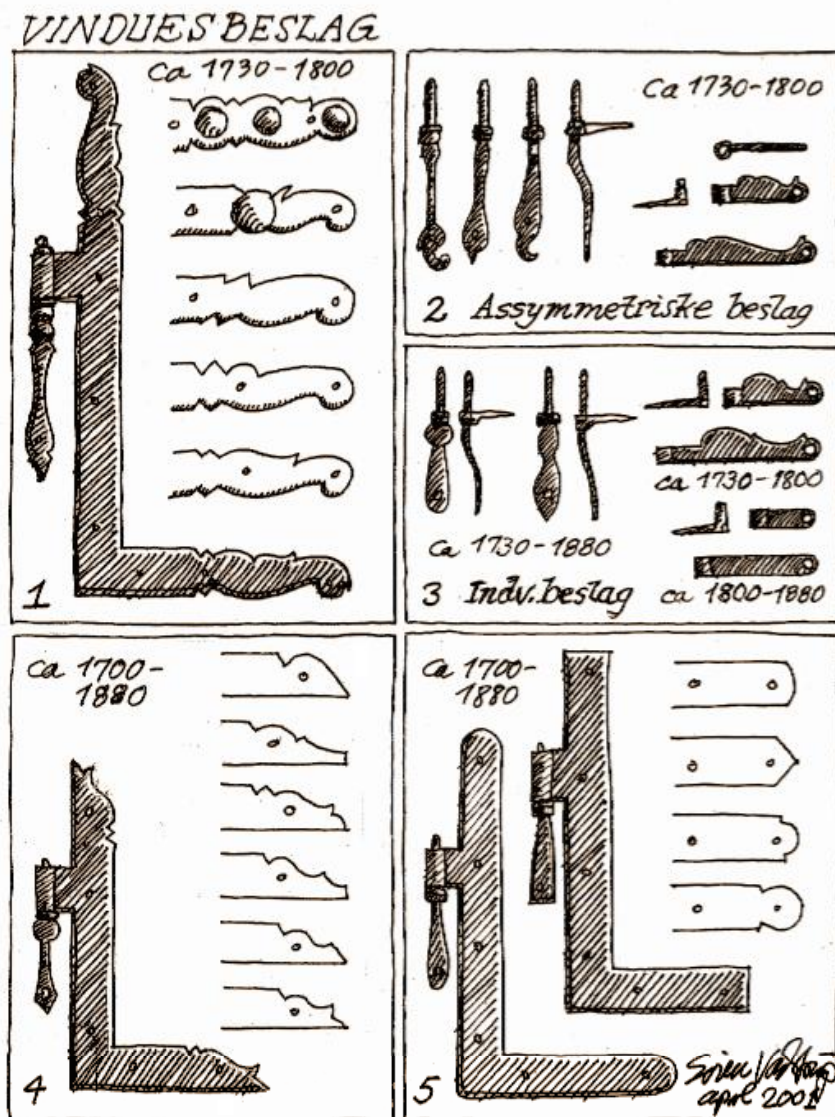
Nyt og gammelt jern

Det burde derfor være *forbudt* at smide gammelt jern fra forrige århundrede eller før - ud eller omsmelte det til moderne valset stål. Gamle bygningsankre, stabler, bånd osv. kan, næsten lige meget hvor tærede og rustne, de er, glødes op i en esse og smedes ud påny - med en langt bedre holdbarhed end nymodens jern og stål til følge.

Især såkaldt "svenskt jern" der er udvundet med trækul i stedet for stenkul er særligt godt for smeden at arbejde i, da det er meget kulstoffattigt (0,02-0,03%) og fri for f.eks. svovl. Dette jern er sejt, stærkt, let at smede ud og essesvejse i og det har en god holdbarhed.

Smedearbejder på bygninger

I Danmark har man brugt smeden til at fremstille diverse beslag, hængsler og greb på døre, porte, vinduer og have/altandøre. Derudover har smeden fremstillet trappegelændere, riste, gitre, rækværker, gitterporte samt murankre og vindfløje i smedejern. Altsammen har både haft et funktionelt formål og har skullet pynte på bygningerne, så smeden har gjort meget ud af smedearbejdernes præcise form og udformning.



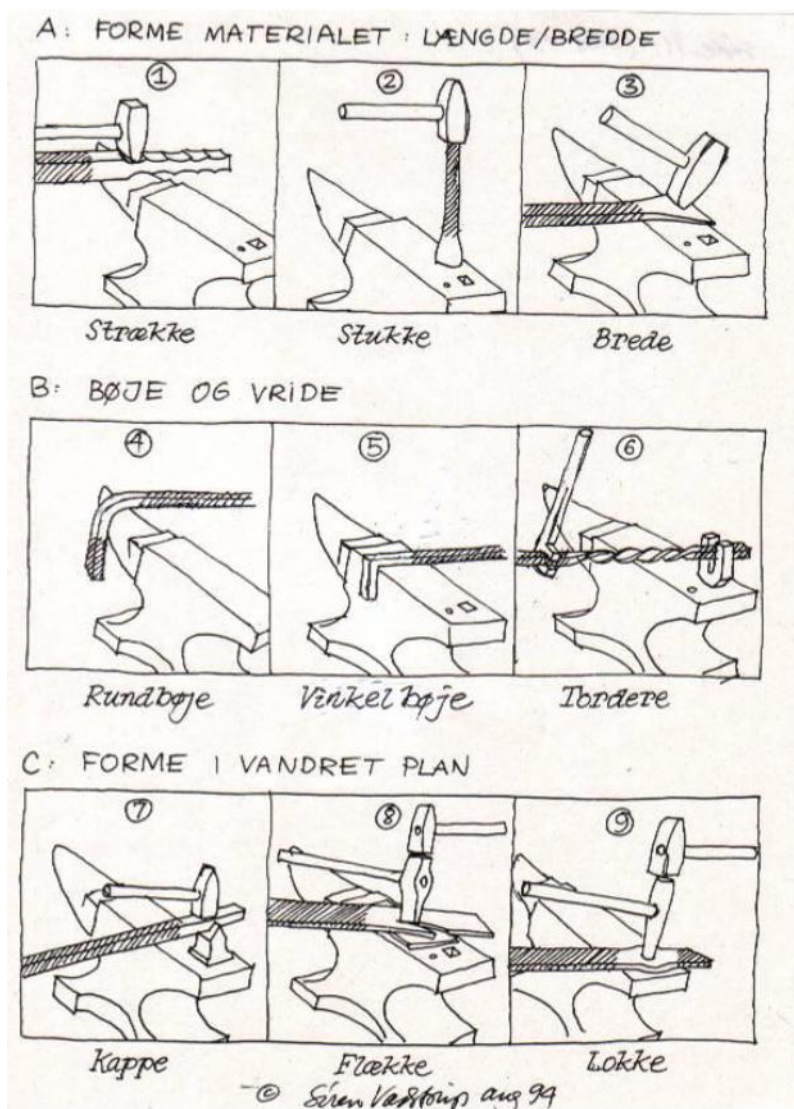
Vinduesbeslag til forskellige tider viser noget om smedefagets udvikling fra det meget dekorerede og kunstfærdige til det mere forenkede.

Denne datering og typologisering af danske håndsmedede (essesmedede) vinduesbeslag kan være med til at tidsfæste konkrete beslag – og forhåbentlig også til at skabe mere bevidsthed og stolthed over disse.

Ny viden

Man har igennem de senere år fremskaffet en del ny viden om, hvordan man før i tiden fremstillede disse smedearbejder, hvorfor de rent faktisk holder så godt, bl.a. i forhold til mange moderne smedearbejder samt udviklet konkrete metoder til vedligeholdelse og istandsættelse af smedejern.

Dette er bl.a. sket som led i et større forskningsprojekt, som Raadvad-Centeret har udført i årene 1997-2000 i samarbejde med en række andre europæiske restaurerings-centre.



Tidligere blev alt smedearbejde fremstillet i en esse, hvor man varmede jernet op til smedetemperatur (800-900°C), hvorefter smeden bearbejdede det glødende jern med en hammer og forskellige hjælpeværktøjer - mens jernet var varmt. Derved kunne han smede jernet ud i en lang række former, men det har vist sig at hammerbearbejdningen eller essesmedningen også har kvalitetsforbedret jernet, bl.a. ved at gøre strukturen mere kompakt, samt gjort det mere modstandsdygtigt overfor rustangreb.

Skadetyper og deres årsager

Når ubeskyttet jern kommer i kontakt med vand, enten i form af regn, kondensfugt eller blot berøring af en fugtig hånd, sker der en iltning af jernets overflade, hvor det grå jern omdannes det til rødbrune ferrioxid, der også kaldes rust. Dette er en forholdsvis harmløs situation, hvis vandpåvirkningen ikke er konstant. Iltningen fortsætter i langsomt tempo og der dannes et tyndt lag overfladerust.

En langt værre skadevolder overfor jern er den såkaldte *galvaniske tæring*, der går betydeligt mere i dybden, og som kan virke helt uafhængig af den førnævnte kvalitetsforbedring af jernet gennem smedemetoderne, konstruktiv beskyttelse osv. Her kræves der igen vand, men derudover tilstedeværelsen af andre metaller eller metalforbindelser. Hvis disse ligger højere i 'spændingsrækken' end jern, vil der dannes en galvanisk strøm, hvor ioner, d.v.s. smådele, fra jernet, via vandet vandrer over i det andet metal. Kobber og bly ligger eksempelvis højere end jern i 'spændingsrækken'. Mens zink og aluminium ligger lavere.

Ved jern forholder det sig imidlertid så uheldigt, at selve rustlaget, ferrioxiden, ligger *højere* i spændingsrækken end jernet, hvorfor jernet langsomt "ædes" og bliver omdannet til rust. Dette kan sagtens ske *under* en eksisterende overfladebehandling.

Under rustdannelse sker der samtidig en markant materialeudvidelse. Følgeskader kan derfor være *rustsprængninger*, f.eks. af smedejernskonstruktionen selv eller af det murværk, natursten eller træ, smedejernet sidder i/på.

Man opdeler rustangreb på jern i 3 nedbrydnings-faser, hvor der i fase 2 og 3 er tale om en galvanisk tæring, enten fra en kontakt med andre metaller eller fra rustdannelsen selv.

Fase 1	Let korrosion	Overfladerust, evt. med tynde rustflager/skaller
Fase 2	Mellem korrosion	Dybere korrosion, ca. ½ cm, med opoblede felter.
Fase 3	Svær korrosion	Helt gennemtrængt i jernet med svære delaminationer ("afbladning"), opoblinger samt helt borttærede dele.

For overfladebehandlet smedejern skelner man mellem 2 tilstande:

Fase 4	Rustpletter i overfladebehandlingen	Der er trængt vand ind bag overfladebehandlingen og startet et rustangreb.
Fase 5	Overfladebehandlingen skaller af i store flager, hvor rust kommer frem	Der er et angreb af en mellem eller svær korrosion i jernet under overfladebehandlingen.

Undersøgelsermetoderne er øjet eventuelt suppleret med boreprøver, for at konstatere dybden af angrebet.

Rust og tæring på smedejern



Fase 1: Let korrosion (rustpletter) grænsende til mellem korrosion (opboblede områder)



*Fase 2: Mellem korrosion:
Cirka 5 mm i dybden med
opboblede felter. Flere af
gelænderets dele mangler
og skal nysmedes og
genpåsættes. Under hånd-
listen er der ekspanderende
korrosion, og det samme
gælder i granitrappens
lodrette indboringshuller.*



Fase 3: Svær korrosion hvor rusten er helt gennemtrængt i jernet med svære delaminationer ("afbladning"), opboblinger samt helt borttærede dele. Ved afbladningen 'vokser' jernet ca. 3 gange i rumfang. 1 mm bliver til 3 mm.

Afrensning af rust og gammel maling

Det vil for det meste være nødvendigt at afrense den gamle, afskallede maling på rustangrebne smedearbejder for, for det første at danne sig et overblik over skadernes omfang og for at kunne rustbehandle jerndelene igen, mere effektivt end før.

Våd, kold afslibning

Gammelt smedejern vil næsten altid være grundmalet med det let kendelige orangerøde blymønje. Da slibestøv fra blymønje er meget giftigt skal man slibe og afrense gammel blymønje med en *våd* slibning med linolie. Emnet påføres rå linolie, der blødgør malingen i en times tid. Derefter slibes der, fortrinsvis i hånden, med smergellærred, idet området hele tiden påføres linolie for at undgå tørt slibestøv.

Der må *aldrig* bruges ukontrolleret luftvarme eller tørslibning i fri luft. Benyttes varme og tørslibning skal det ske på værksted med kontrolleret udsugning. Det kræver altså at emnet demonteres og bringes på værksted.

En mulighed at fjerne både rust og gamle utilstrækkelige malingslag på, vil være at opløde jernet i essen til smedetemperatur (NB dette kræver røgdugsugning med partikelfilter). Efter udglødningen skal man hammerbearbejde jernet i rødglødende tilstand, for at forstærke den indre struktur, og glatte eventuelle lunger med slethammeren. Efterfølgende kan jernet oliebrændes, mens det er varmt.

Restaurering af smedejern

Ved restaurering af smedejern skelner man mellem 'in-situ restaurering', d.v.s. istandsættelse, udført på stedet, og restaurering udført 'på værksted', hvilket kræver demontering. Der kan evt. være tale om en kombination.

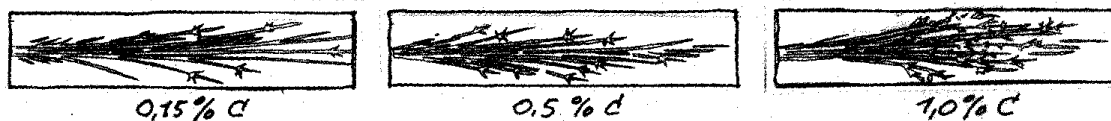
Istandsættelse på stedet (in situ)

Let korrosion og rustpletter i malingsoverfladen (Fase 1 og 4) i den førnævnte oversigt kan almindeligvis reparerer 'in situ' ved aftagning/afslibning af overfladebehandlingen og rusten til "bart" jern, øjeblikkeligt efterfulgt af rustbehandling (Se [RAADVAD'S ANVISNING: Miljøvenlig rustbeskyttelse af jern](#)). Eventuelle småkratere i overfladen bibeholdes, men i særlige tilfælde kan man "genopfylde" disse med svejseelektrode, pulvermetal, plasticpatching eller linoliekit.

Istandsættelse på værksted

Mellem korrosion, svær korrosion og rustafskallet overfladebehandling (fase 2, 3 og 5) medfører sædvanligvis udskiftning af de svært korroderede dele. Man skal dog kun skære det mest angrebne og konstruktivt ødelagte jern bort, idet det sagtens kan lade sig gøre at elektrode-svejse de nysmedede dele på de tilbageværende originale dele.

De nysmedede dele skal smedes i smedejern af samme kulstofindhold som det eksisterende jern, idet kulstofindholdet bl.a. har betydning for jernets hårdhed. Man kan sagtens kombinere hårdt og blødt jern, som det f.eks. er tilfældet i en økse med indlagt æg af hårdt stål, men ved almindelige smedearbejder, bør det smedejern man reparerer med have samme hårdhed som det oprindelige jern.



Til almindelige restaureringsarbejder behøver man ikke foretage nøjagtige analyser, for at konstatere kulstofindholdet i det stykke jern, man skal reparere og det stykke jern, man skal reparere med, idet en almindelig 'grov' tilnærmelse af kulstofindholdet er fuldt tilstrækkeligt. Derfor kan dette gøres 'visuelt' ved at sætte enden af jernet op mod en roterende skibesten. Jo flere lysende gnister, der springer fra jernet, jo mere kulstof er det i jernet. En grov 'måler' ses på ovenstående tegning.

Reparationen svejses på det eksisterende smedearbejde med elektrodesvejsning og efterfølgende slibes svejsesømmen væk og, afhængig af opgaven, kan man eventuelt yderligere varme samlingen op til smedetemperatur og glatte samlingen med hammeren over ambolten.

Forebyggende indgreb

Med til enhver istandsættelse hører også, at man så vidt muligt forebygger mod en hurtig gentagelse af skaderne. Man skal tætnede alle vandfælder, vandlommer og vandsamlende revner eller sprækker. Man skal sørge for en intakt overfladebehandling, udført med korrekte materialer og man skal være opmærksom på mulige faktorer for galvanisk tæring.

Tærede samlinger

Ud over at sørge for en intakt overfladebehandling, bør man ved alle istandsættelser af ældre smedearbejder eftergå alle samlinger for eventuelle graverende tæring af nitter, svøb og tappe, der kan medføre, sprængninger, brud eller kollaps. Om nødvendigt må man udskifte de tærede nitter og svøb.

Raadvad-Centeret har siden 1998 efteruddannet en lang række smede landet over i essesmedning og i restaurering af smedearbejder. Disse smede er i dag organiseret i foreningen "Danske Essesmede", så hvis man henvender sig til een af disse smede, har de i hvert fald forudsætningerne for at udføre nødvendige reparationer på den rigtige måde. Find disse på www.danskeessesmede.dk

Vedrørende overfladebehandling af smedejern se:

- [RAADVAD'S ANVISNING: Miljøvenlig rustbeskyttelse af jern](#)

Vedrørende rekonstruktioner og nysmedning af smedearbejder se:

- [RAADVAD'S ANVISNING: Nyudførelse af smedearbejder i essesmednings-teknik](#)

Det at kunne nysmede de forskellige beslag, gitre og ankre på den rigtige måde, i esse og samtidigt hurtigt og struktureret, er en vigtig forudsætning for at istandsætte ældre originale smedearbejder. Det bibringer smeden en forståelse for fremstillingsmetoderne og smedearbejdets struktur.

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.