

Bladkoper op monumenten

Bladkoper wordt al lange tijd toegepast op gebouwen. Het wordt vooral gebruikt voor dakbedekking, goten en hemelwaterafvoeren. Als materiaal voor dakbedekking zal het door de beeldbepalende oxidatiekleur in eerste instantie vooral gekozen zijn uit architectonische overwegingen. Tegenwoordig wordt het op monumenten vaak toegepast vanwege de duurzaamheid.

Deze brochure wil inzicht verschaffen in de eigenschappen en het gebruik van bladkoper, de verwerkbaarheid, de schades die kunnen ontstaan en hoe deze kunnen worden voorkomen.

HOE KIJKT DE RDMZ TEGEN HET GEBRUIK VAN KOPER AAN?

De RDMZ streeft zowel naar behoud van het oorspronkelijke materiaal als naar een degelijk herstel. Dit laatste om schade en een daaruit voortvloeiende restauratie te voorkomen.

Koper verweert uitermate langzaam en is weinig gevoelig voor aantasting. Daarom en vanwege de goede mechanische eigenschappen is het zeer geschikt voor toepassing op monumenten. Te vaak wordt echter door een verkeerde wijze van toepassen of verwerken de levensduur van het metaal niet volledig benut.

Het streven naar een lange levensduur leidt steeds vaker tot toepassing van koper in plaats van zink of lood. Wanneer koper het oorspronkelijke materiaal vervangt, gaat dit ten koste van cultuurhistorische waarden. Lood en zink zijn immers bepalend voor de architectuur en de tijd waarin zij zijn toegepast: lood vanaf de Middeleeuwen, zink met name in de tweede helft van de 19de en vroege 20ste eeuw. Zo is bijvoorbeeld het vervangen van een zinken roevendak in koper niet juist omdat een roevendak in koper niet historisch is. Vervangen in het oorspronkelijke materiaal staat dus voorop.



Koper is met zijn beeldbepalende kleur van invloed op de architectonische uitstraling van een pand



GESCHIEDENIS

Rond 4000 voor Christus ontdekte men bij toeval de technieken om koper uit erts te winnen. Vooral in het Romeinse Rijk, Assyrië en Babylonië nam het gebruik van koper toe. Men ontdekte dat het koper door drijven harder werd, maar ook dat het met zink en tin gelegeerd kon worden en daarmee andere eigenschappen kreeg, zoals een betere gietbaarheid.

De Romeinen noemden het rode metaal *Aes Cyprium*, naar één van de vroegst bekende vindplaatsen van kopererts: Cyprus. Cyprium werd Cuprum, Latijn voor koper.

In Nederland bevonden zich in de 15de en 16de eeuw diverse kopermolens en koperslagerijen waar koperen platen en schijven gemaakt werden, voornamelijk op de Veluwe. Het bleef echter altijd een bescheiden tak van industrie die aan het einde van de 18de eeuw grotendeels verdwenen was, met uitzondering van de koperfabriek van De Heus uit Apeldoorn die pas na 1970 haar deuren definitief sloot.

Koper voor daken en goten is in Nederland nooit erg populair geweest. Dit kwam vooral door de hoge prijs. Een vroeg voorbeeld in Nederland van een koperen dakbedekking is een plat dak op het Markiezenhof in Bergen op Zoom (16de eeuw). In de tweede helft van de 17de eeuw nam het aantal kopergedekte daken toe. Voorbeelden zijn een kerkje in Sappemeer (1653-1655) en de ronde Lutherse Kerk te Amsterdam (1668-1671, bedekking 1677). Kort na het begin van de 20ste eeuw nam het gebruik van koper toe.

EIGENSCHAPPEN

Koper is met zijn roodgele kleur naast goud het enige gekleurde metaal. In de buitenlucht wordt een beschermende oxidehuid gevormd – ook wel patina genoemd – die sterk hechtend, vrijwel onoplosbaar en zelfherstellend is. Op den duur krijgt het oppervlak meestal de karakteristieke groene kleur. Het metaal verweert uiterst langzaam (0,1 – 0,3 µm per jaar) en is op enkele uitzonderingen na weinig gevoelig voor aantasting door andere materialen.

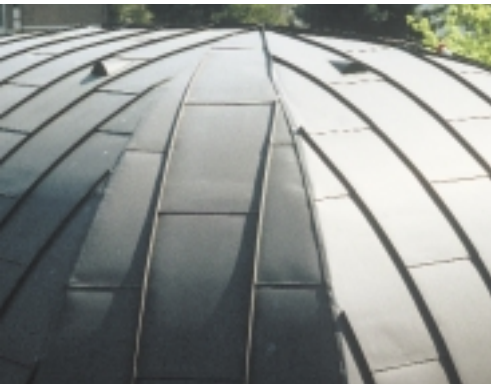
Zuiver koper is relatief taai en zacht en kan goed worden vervormd. Het heeft een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt – respectievelijk ongeveer drie en tien maal zo hoog als zink en lood – waardoor het snel warmte geleidt. Dit is bijvoorbeeld van invloed wanneer koper wordt gesoldeerd of gelast.

Bladkoper krijgt door bewerking, met name door koud walsen, een aanzienlijk hogere hardheid en stijfheid. Standaard koudgewalst koper is door een grote stijfheid moeilijk verwerkbaar. De verwerkbaarheid kan worden verbeterd door het materiaal uit te gloeien. Bladkoper is standaard echter verkrijgbaar in verschillende hardheden. Tegenwoordig wordt halfhard koper (R240, F24) het meest toegepast, zowel voor daken als voor goten. Daarnaast kan zacht koper (R220, F22) gebruikt worden voor complexe dakvormen, bijvoorbeeld bij koepels met rondingen in twee richtingen.

De thermische uitzettingscoëfficiënt is 0,017 mm/m °C. Zo is één meter koper op een warme zomerdag 1,4 mm langer dan op een koude winterdag. De thermische uitzetting van koper is kleiner dan van lood en zink, waardoor bevestiging en detaillering in het algemeen minder problemen geven en bij goten bijvoorbeeld minder broekstukken nodig zijn.

Koper mag niet worden verwerkt onder de 5°C. Bij dergelijke lage temperaturen is het materiaal relatief bros en tijdens het verwerken gevoeliger voor scheurvorming.

De maatvoering van het op de markt beschikbare bladkoper is in de loop der tijd gewijzigd. Koper werd aan het begin van de 19de eeuw geleverd in lengtes van circa 1,3 m. De breedte bedroeg circa 1,0 m. Deze maten zijn tot in het eerste kwart van de 20ste eeuw gangbaar gebleven. In 1950 was de lengte toegenomen tot 10 m en de breedte tot 2,5 m. Op dit moment is koper leverbaar in platen met een breedte van 1 tot 1,25 m en een lengte van respectievelijk 2, 2,5 en 3 m. Op de rol is koper leverbaar in breedtes van 20 tot 125 cm met een lengte tot 30 m, maar ook in grote rollen met een lengte van meer dan 160 m.



Detail van een koperen felsdak. De platen zijn verticaal verbonden met staande felsen (foto boven) en platte felsen (onder) en horizontaal met aanbaken



DAKBEDEKKING

Koper als dakbedekking komt voor in de vorm van een fels- of roevendak en als losanges. Het roevendak is echter niet historisch. Koper werd ook toegepast in combinatie met teervrij dakvilt in de vorm van rechthoekige leien. Voor dakbedekking wordt koper toegepast met een dikte van 0,7 mm.

Het felsdak wordt aangebracht in platen (smalle stroken) die onderling zijn verbonden met een fels en/of een aanhaking. Afhankelijk van het gewenste verschijningsbeeld en/of het historische beeld kan het felsdak uit kleinere of grotere platen samengesteld worden. Te grote platen geven bij uitzetting en krimp, maar ook door windbelasting scheuren in het materiaal. Dit is een belangrijke reden waarom een koperen dak met grote eenheidsmaten toch vaak na 50 tot 80 jaar moet worden gerenoveerd. In principe worden rechthoekige platen gebruikt, soms – bij koepels en torenspitsen – driehoekige of trapeziumvormige.

Losanges zijn gevormd uit relatief kleine platen. Zij zijn er in meerdere typen: de rechthoekige en de spitse of ruitvormige modellen komen het meest voor, maar er zijn ook zeshoekige. De losanges werden met geruwde koperen of roestvaststalen nagels op het dak gespijkerd en aan de randen met een haak (liggende fels) aan elkaar bevestigd. De gespijkerde bevestiging varieerde. Ze werden met een losse klang aan het dak bevestigd, maar er waren er ook waar aan de bovenzijde een vast klang zat als onderdeel van de plaat koper. Tegenwoordig komen losse en gesoldeerde klangen voor. De laatste hebben de vaste klang vervangen.

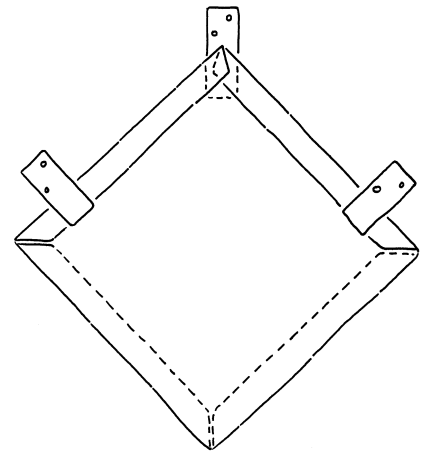
In het midden van de 20ste eeuw was er als alternatief voor de geheel koperen dakbedekking de zogenaamde Tecuta-bedekking, gebaseerd op een combinatie van koper en teervrij asfaltvilt. Een een- of tweelaags waterdichte asfaltbedekking bedekte men met platen van een bijzondere legering gepolijst koper met een breedte van 60 cm en een dikte van 0,1 tot 0,3 mm. Zorgde het koper zelf voor de waterdichting, dan was het dikker. Een variant was de Cubiledekking. Deze bedekkingen gingen meestal niet langer dan 20 tot 25 jaar mee en zijn over het algemeen niet te repareren. Als alternatief voor deze soorten bedekkingen, die niet meer leverbaar zijn, bestaat er, voor zover nu bekend, alleen de Sopralast 50 TV Cuivre van Soprema, onder andere toegepast bij de restauratie van het ANWB-kantoor te Den Haag.

Wijze van aanbrengen felsdak

In het algemeen geldt dat de bevestigingswijze en de onderlinge verbinding van de platen wordt bepaald door het gegeven dat koper door de thermische werking ruimte moet hebben om te bewegen. Bij het aanbrengen worden de platen daarom niet op het dakbeschoot gespijkerd, maar op het dak bevestigd met losse klangen, één aan de bovenzijde en drie tot vier aan de linker- of rechter zijkant. De klangen zijn van koper en bevestigd met geruwde koperen of roestvaststalen nagels.

De platen worden aan de zijkant (verticale bevestiging) onderling verbonden met een fels of aanhaak en aan de boven- en onderkant (horizontale bevestiging) met een aanhaak (van oudsher ook wel platte fels genoemd). In het midden van de 19de eeuw werden de platen horizontaal niet met een klang bevestigd, maar werd een spijker onder de aanhaking in het koper geslagen. Wanneer horizontaal geen aanhaak werd gebruikt, werden de platen aan de bovenzijde gespijkerd en werden de volgende platen er met een overlap van 'eenige duimen' overheen gelegd. Afhankelijk van de dakhelling en de hoogte van het dak dienen aanhaakverbindingen enkel of dubbel of met een overlap uitgevoerd te worden. Tegenwoordig worden ook wel hulpmiddelen toegepast, zoals samendrukbaar cellenband, om voldoende regendichtheid te garanderen. De platen hebben een vouwrand van minimaal 3 cm aan de onderzijde naar binnen, aan de bovenzijde naar buiten omgezet. Om het schuiven door het uitzetten van het koper mogelijk te maken, moet het nadrijven van aanhaakverbindingen vermeden worden.

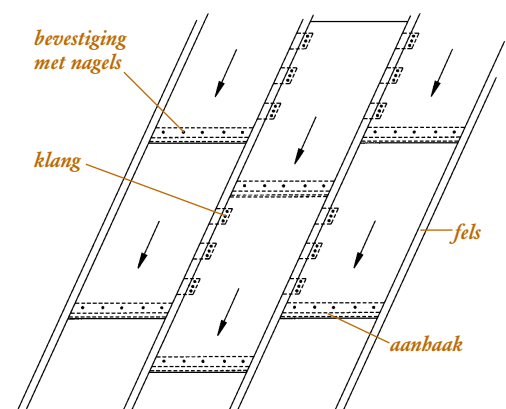
Omdat koper ongevoelig is voor condens, kunnen de platen aangebracht worden op een dakbeschoot bestaande uit plaatmateriaal. Om het dakbeschoot tegen condens te beschermen en om een galvanische scheiding aan te brengen tussen het koper en de bevestiging van het



Losange met de wijze waarop de klangen daaraan worden bevestigd



Het ANWB-kantoor in Den Haag, in oorsprong voorzien van een Tecuta dakbedekking, recent gerestaureerd met een gelijksoortige dakbedekking op basis van een thermoplastische onderlaag met een koperen topplaat (foto: Van Det Foto-producties, Vlaardingen)



De opbouw van een felsdak, schematisch weergegeven. Debovenzijde van de plaat is hier gespijkerd. Beter is het om een klang te plaatsen

dakbeschot, moet een scheidingslaag worden aangebracht van bijvoorbeeld een dampopen, waterkerende folie en moet er onder het dakbeschot geventileerd worden. De folie moet worden bevestigd met koperen of roestvaststalen asfalt nagels.

Fels of aanhaak

De benamingen fels of aanhaak worden door elkaar gebruikt. Bij een fels wordt een opstand van 4,5 cm tegen een opstand van 3,5 cm gezet. In het verleden werd ook wel gewerkt met hogere opstanden van 7 cm tegen 5 cm. Het grootste deel wordt over het kleinste deel heen gebogen en een- of tweemaal verticaal omgezet (enkele fels respectievelijk dubbele fels). Wanneer de verbinding haaks op het dakvlak blijft staan wordt het een fels, staande fels of staande naad genoemd. De fels kan plat tegen het dakvlak worden geklopt, de enkele fels wordt in dat geval ook wel aanhaak genoemd. Een aanhaak kan ook op een andere wijze tot stand worden gebracht: de platen worden van vouwranden van 3 cm voorzien (180° omgezet), die in elkaar worden gehaakt. De laatste werkwijze kan ten opzichte van de liggende fels visueel een ander beeld geven. Dat verschil wordt teniet gedaan wanneer de verbinding wordt aangeklopt. Nadeel van de aanhaak is dat langsdruipend regenwater door capillaire werking opgezogen wordt. In combinatie met windbelasting kan het water door de bedekking dringen. Daarnaast bestaat het gevaar dat het water, samen met stof, bladeren en verontreinigingen, in de hoeken en naden de corrosie bevordert.

In het verleden werd de naad wel gedicht, 'gebreeuwd', met een mengsel van 92% loodwit en 8% lijnolie (een soort stopverf). Een staande fels zorgt ervoor dat het druiwater niet in aanraking komt met de naad. Alleen bij opwaaiend en opspattend water kan dat nog wel. Door het omgezette deel iets vrij te houden van de fels wordt dit verminderd. Tegenwoordig worden standaard felsen ook met een felsmachine gevormd. Deze hebben een ander uiterlijk dan de historische fels en kunnen daarom niet vanzelfsprekend worden toegepast.

GOTEN EN HEMELWATERAFVOEREN

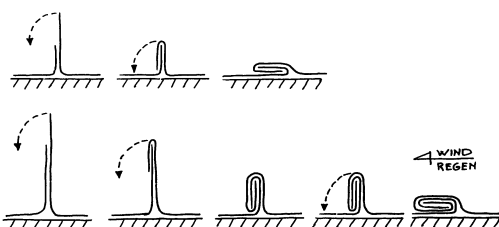
De invloed die goten en hemelwaterafvoeren kunnen hebben op de instandhouding van monumenten wordt vaak onderschat. De schade die aan exterieur en interieur kan ontstaan door een niet goed functionerend hemelwaterafvoersysteem is enorm. Zo leidt een lekke of verstopte dakgoot regelmatig tot het vernieuwen van het voeg- en pleisterwerk of van grote delen van de houten kapvoet.

Goten

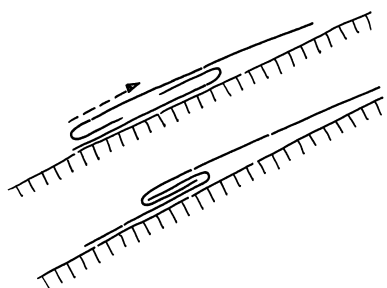
Er kunnen verschillende typen goten worden onderscheiden. De meest voorkomende zijn de mastgoot en de bakgoot en tussen twee daken de zakgoot. Voor een koperen goot worden dikten gebruikt van 0,8 mm tot 1,0 mm, afhankelijk van de breedte van de goot. Bij een breedte van meer dan 60 tot 70 cm wordt een dikte van 1,0 mm toegepast.

Een zeer grote bedreiging voor de levensduur van goten vormt de onwetendheid bij eigenaren en beheerders. Er vindt geen of onvoldoende onderhoud plaats en gebreken worden te laat ontdekt. Eén keer per jaar de goot laten reinigen is veel te weinig! Ook ontstaan veel problemen door verkeerde detaillering en/of materiaalgebruik. Een paar tips:

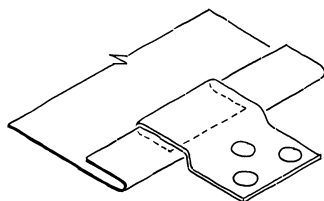
- Om het aantal soldeerverbindingen te beperken dienen bij voorkeur langere lengten gebruikt te worden
- De achteropstand moet altijd aanzienlijk hoger zijn dan de vooropstand (bij voorkeur 30 mm) en zijn voorzien van een enkele fels van 15 mm als waterkering.
- Om problemen bij bestaande goten met een te lage achteropstand te voorkomen kan een verklikker of spuwer aan de voorzijde worden gemaakt. Met een verlaging van de buitenopstand of een ingesoldeerd pijpje zal bij een verstopping het water aan de voorzijde wegstromen. Hierdoor dringt het niet de constructie binnen en wordt de eigenaar/beheerder gewaarschuwd.
- Om het water snel uit de goot te voeren is een afschot van 2 tot 10 mm/m essentieel.



De wijze waarop een enkele fels (boven) en een dubbele fels tot stand komen. De staande versie van een enkele fels komt niet voor, omdat deze niet waterdicht is



De wijze waarop een aanhaak wordt gemaakt: de onderste plaat wordt als eerste bevestigd, daarna wordt de bovenste plaat in de onderste gehaakt



De wijze waarop een plaat zink met een klang aan de onderconstructie wordt bevestigd. Door de klang niet direct aan de plaat vast te maken blijft schuiven bij uitzetting mogelijk

- Stukken langer dan 8 tot 10 m moeten worden gescheiden door een broekstuk of – in uitzonderlijke gevallen – een expansiestuk. Pas een expansiestuk alleen toe als er geen mogelijkheden zijn om een broekstuk toe te passen, bijvoorbeeld omdat het stromingsprofiel gehandhaafd moet blijven of omdat er onvoldoende afvoermogelijkheden zijn. Een goot opdelen met broekstukken houdt namelijk in dat er evenzoveel afvoeren moeten worden gemaakt. Dit heeft de voorkeur maar is niet altijd mogelijk. Een expansiestuk bestaat uit een strook rubber tussen twee stukken metaal, die het uitzetten van de gootdelen opvangt. De betere, dubbel gevulkaniseerde expansiestukken hebben echter een beperkte levensduur, maximaal 10 tot 15 jaar.
- Goten mogen nooit worden gespijkerd aan de ondergrond en mogen niet te strak in de gootbetimmering worden gelegd. Ze moeten los gelegd worden, zodat ze bij uitzetting en krimp vrij kunnen bewegen.
- Goten moeten bij voorkeur in het voor- én najaar worden schoongemaakt en geïnspecteerd. Eén keer per jaar de goot laten reinigen is veel te weinig! Om verstopping te voorkomen kan een boldraadrooster in de steekpijp van de afvoer worden geplaatst. Let wel: een boldraadrooster heeft niet in alle gevallen het gewenste effect.
- Voor het vastzetten van koperen gootbekleding moeten koperen klangen worden gebruikt (met een dikte van 1,5 mm).

Het is mogelijk een koperen gootbekleding te maken zonder naden. In principe heeft dit de voorkeur, omdat de naden de zwakste schakel zijn. Zo kan voor een bak- of schampgoot-constructie uitgegloeid koper van de rol worden toegepast.

Het koper wordt in de goten geklopt tot maximaal 15 m lengte. Aan de uiteinden wordt het koper opgezet met zogenaamde hondsoren. Tegenwoordig is deze werkwijze moeilijker te realiseren door het grote gewicht van de rol koper en de strengere ARBO-wetgeving.

Hemelwaterafvoeren

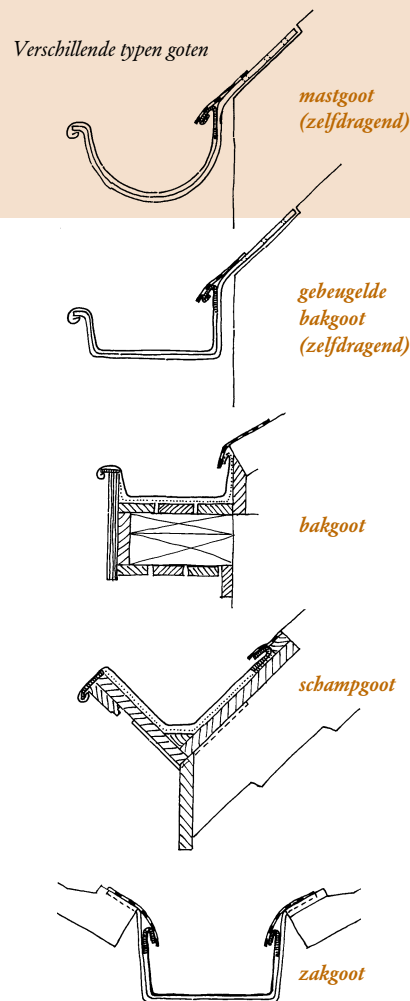
De pijpen kunnen gesoldeerd, gefelst of gelast zijn. De normaal in de handel verkrijgbare afvoerpijp is tegenwoordig langснаadgelast. Een felsnaad is niet altijd direct waterdicht en kan in het begin lekken. De naad zal na verloop van tijd door oxidatie dichtgaan. Een nadeel van een felsnaad is dat een beschadigde pijp nauwelijks is te herstellen en in zijn geheel zal moeten worden vervangen. Ook optrompen (wijder maken) van de pijp is moeilijk. De langснаadgelaste pijpen kennen dit probleem niet. Gesoldeerde pijpen worden tegenwoordig weinig meer geleverd. De verschillende pijpdelen moeten ten minste 50 mm in elkaar geschoven zijn. De dikte van een pijpwand is minimaal 0,7 mm.

Bevestiging

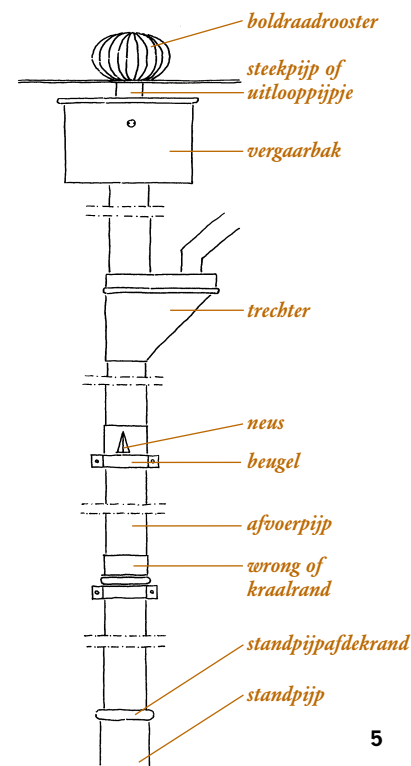
Pijpen of pijpdelen kunnen worden bevestigd met manchetten of scharnierbeugels. Koperen scharnierbeugels hebben als voordeel ten opzichte van manchetten dat de pijp en pijpdelen makkelijker zijn te demonteren, bijvoorbeeld in geval van verstopping. Vanwege galvanische corrosie kan men beter pijpbeugels met een koperen slagstift toepassen dan pijpbeugels met een gechromatiseerde slagstift.

Een op de pijp gesoldeerd 'neusje' voorkomt dat de pijp naar beneden zakt. Bij diameters vanaf 80 mm kan in plaats van een neusje beter een dubbele band of wrong op de pijp worden gesoldeerd. Ook bij kleinere diameters heeft dit bij monumenten vaak de voorkeur. Het aantal bevestigingspunten is afhankelijk van de diameter van de pijp. In het algemeen geldt voor diameters kleiner van 100 mm één bevestigingspunt per 3 meter en voor diameters groter dan 100 mm één bevestigingspunt per twee meter.

De opbouw van een hemelwaterafvoer met de verschillende onderdelen (Bron: Koperen Dakbedekking en toebehoren. Copper Development Association Benelux)



Koperen goot opgedeeld met broekstukken om uitzetting van het metaal mogelijk te maken





Bladopvangrooster in een koperen hemelwaterafvoer. Effectief en het voorkomt schade aan afvoer en bovenliggende goot door verstopping



Soldeernaad in een koperen goot. Links vrijwel geheel opgelost doordat er (te lang) water in de goot blijft staan

SOLDEREN VAN KOPER

In het begin van de 19de eeuw werd voor het solderen van koper gebruikgemaakt van een mengsel van 2 delen geel koper en 1 deel tin. In de jaren zestig van de vorige eeuw werd de soldeermethode voor zink ook gepropageerd voor koper, waarbij de te solderen onderdelen vooraf dienden te worden vertind met een dun laagje tin of een legering van 50% tin en 50% lood of van 40% tin en 60% lood. Vóór het vertinnen moest het oppervlak bestreken worden met een vloeimiddel of 'flux', zoals chloorzink of hars. Het solderen zelf gebeurde met een zelfde samenstelling van tin en lood, meestal 40% tin en 60% lood. Inmiddels is bekend dat dit mengsel, hoewel het prettig soldeert, bij vochtbelasting door elektrolytische werking oplost, waardoor lekkages ontstaan en de verbinding na verloop van tijd geheel loskomt. Tegenwoordig zijn er drie mogelijkheden om koper te verbinden: lassen, hardsolderen en zachtsolderen. De meest duurzame en sterke verbindingen ontstaan door lassen en hardsolderen. Hierbij moet echter veel warmte worden ingebracht, waardoor in veel gevallen problemen ontstaan door thermische uitzetting. Ook kan daardoor bij de uitvoering brandgevaar ontstaan. Alleen mastgoten kunnen worden gelast of met hardsoldeer worden gesoldeerd. Andere typen, zoals vlakke goten, zullen door lassen gaan bobbelen en kromtrekken. Een ander nadeel is dat de goot op de plek van de naad volledig zachtgegloeid wordt en daardoor een deel van zijn stijfheid verliest. Het meest wordt daarom gebruikgemaakt van zachtsolderen. Wanneer dit zorgvuldig wordt uitgevoerd, met het juiste type soldeer, kan een goede verbinding ontstaan. In de praktijk is de verbinding helaas te vaak onvoldoende.

Op een ondergrond van natuursteen kan men solderen met een vlam, op hout met de bout (koperstuk).

Voor het verkrijgen van een duurzame en sterke verbinding moet men rekening houden met de volgende aandachtspunten:

- Tin-loodsoldeer is slecht bestand tegen aantasting. Vooral in goten waar lang water blijft staan kan het soldeer snel – zelfs binnen 8 jaar – oplossen. Maak gebruik van koper of zilverhoudend tinsoldeer: 97% tin met 3% koper of tin met 2,5% tot 5% zilver. Tin-koper is iets dikker en is voor goten (achteropstanden) te prefereren. Wel kan het iets lastiger te verwerken zijn.
- Naden moeten voor het solderen goed geschuurd worden, ook al lijkt het koper volledig blank. Een eerste onzichtbare oxidehuid wordt direct na productie gevormd en verhindert daardoor een goede hechting van het soldeer. Bij koper dat reeds voorgeoxideerd of voorgepatineerd is, moet het materiaal geschuurd worden tot het blank is. IJzeroxide bevordert de aantasting van koper, gebruik daarom geen staalborstel maar een roestvaststalen borstel of bijvoorbeeld een kunststof schuursponsje.
- Gebruik voor koper geschikte vloeimiddelen. Na het solderen kunnen kleine restanten achterblijven die de aantasting van de soldeernaad bevorderen. De resten vloeistof dienen na het solderen met een natte lap direct verwijderd te worden. Eventueel kunnen vloeimiddelen met toevoeging van tin gebruikt worden volgens voorschrift van de fabrikant.
- Gebruik een voldoende zware bout (500 gram). Door de goede warmtegeleiding van koper zal er meer warmte nodig zijn voor een goede soldeerverbinding.
- Zorg voor een goede capillairspleet om het soldeer goed te laten vloeien (max. 0,5 mm), eventueel door het gebruik van popnagels. Let er hierbij op de nagels niet verkeerd te plaatsen (niet vastzetten in de houten gootbak) of te weinig popnagels te gebruiken (voldoende is grofweg één per 8 cm). De popnagels hebben in principe niet tot doel trekspanningen op te vangen. Wanneer popnagels worden gebruikt, moeten het gasdichte koperen popnagels zijn met roestvaststalen of messing pen. Dit is te controleren met een magneet. Popnagels met een stalen kern gaan corroderen en drukken de soldeernaad kapot. Het heeft de voorkeur de popnagels dicht te solderen.

Wanneer er niet gesoldeerd mag worden, kan het koper overlappend gepopnageld worden. De overlap moet 3 cm zijn, de popnagels iedere 2 à 3 cm versprongen aangebracht. Door oxidatie van het koper zal de naad na verloop van tijd waterdicht afsluiten.

BRANDPREVENTIE

Het gebruik van open vuur bij dakherstel en restauratie kan tot zware beschadiging en verlies van monumenten leiden. Brand ontstaat vaak lang nadat de werkzaamheden zijn beëindigd. Wanneer open vuur voor loodgieterswerk onontbeerlijk is, dan dienen voorzorgsmaatregelen genomen te worden om brand te voorkomen. De volgende regels gelden hierbij:

- Zorg dat de ondergrond stofvrij is: stof kan lang na het beëindigen van het werk nog ontbranden.
- Verwijder rot hout: droog rot hout is erg brandgevaarlijk en werkt als een lont.
- Bevochtig zo mogelijk het hout onder een te solderen plek.
- Zorg voor een draagbaar, werkend brandblustoestel.
- Controleer 3 uur na het einde van de werkzaamheden het werk op smeulbranden of laat dit doen door een ingehuurd brandwacht.
- Gebruik bij werken met open vlam indien mogelijk vuurvast afschermingsmateriaal.

Burgemeester en Wethouders kunnen op basis van een gemeentelijke Brandbeveiligingsverordening bij het verlenen van een bouw- of monumentenvergunning nadere eisen stellen aan het uitvoeren van brandgevaarlijke werkzaamheden.

SCHADE AAN KOPER EN DE RELATIE TOT ANDERE MATERIALEN

Een veel voorkomende schade aan een koperen dak is dat door galvanische werking de ijzeren spijkers in het dakbeschoot zijn weggeroest, waardoor het dakbeschoot los komt te liggen.

Een ander veel voorkomend probleem zijn lekkende naden door slecht uitgevoerde of opgeloste soldeerverbindingen. Vooral verbindingen die zijn gesoldeerd met tin-loodsoldeer of verbindingen die continu onder water staan.

Koper is niet gevoelig voor aantasting door andere metalen en is bestand tegen materialen als kalk en cement. Verder is het ongevoelig voor condens. Wel kan door condens de onderliggende houtconstructie worden aangetast. Rioolgassen die via de hemelwaterafvoer omhoog stijgen, kunnen het koper wel aantasten. Het signaal hiervoor is een blauwachtige verkleuring. Deze aantasting is te voorkomen door een waterslot in de riolering aan te brengen. Koper zal sneller ververen in gebieden waar sprake is van een verhoogde uitstoot van zwavel en/of ammoniak. Het kan optisch worden aangetast door bitumenzuur dat uitspoelt uit bitumineuze dakbedekking. Daarnaast geven houtsappen van western red cedar en eikenhout, maar ook ijzeroxide bevattend water (van bijvoorbeeld gietijzeren kerkkruisen) eveneens een optische aantasting van koper.

ONDERHOUD EN HERSTEL

Een goed gelegd koperen dak heeft in principe geen onderhoud. Wel is het aan te raden regelmatig inspecties uit te laten voeren zodat eventuele gebreken, zoals slechte soldeernaden, tijdig aan het licht komen. Een goed gelegd dak wil niet altijd zeggen 'volgens de oorspronkelijke detaillering'. Soms is het noodzakelijk daken op een andere wijze opnieuw te dekken, omdat de oorspronkelijke dekwijze onvoldoende waterdicht is. Het uiterlijk van het dak kan daarbij wijzigen. Een dergelijke wijziging is uiteraard vergunningplichtig.

Bij een eventuele restauratie van een koperen dak bestaat de mogelijkheid om direct groen gepatineerd koper toe te passen. Dit gepatineerde koper is echter enkele malen duurder dan gewoon koper en is moeilijker te verwerken.



De blauwe kleur op het koper verraadt de aantasting door rioolgassen die via de hemelwaterafvoer omhoog stijgen

LITERATUUR

Röbber, F., *TECU®-Kupfer. Planen, Gestalten, Verarbeiten.*

Sas, G.P. 't, *Koper en koperlegeringen voor bouwkundige toepassingen*, Rotterdam 1972.

Stokroos, M., *Koper in Nederland*, Amsterdam z.j. [1990].



Bovenste gedeelte van een priel afkomstig van het landgoed Nijenrode. De bijzondere dakbedekking (zie onder) is vervaardigd uit koper

MILIEU

Ondanks het beschermende patina bevat afkomend regenwater sporen van koper. Om het afspoelen van metaaldelen (de emissie) te verminderen, bestaat de mogelijkheid koper te coaten. Het coaten heeft echter wel invloed op de uiterlijke verschijningsvorm van koper. Daarmee zou het coaten op gespannen voet kunnen komen te staan met de monumentenzorg. Het direct lozen van de kopersporen op het riool kan eventueel ook worden voorkomen door het plaatsen van een filter. Een filtersysteem is relatief kostbaar.

Overigens kan worden aangenomen dat door een verdere afname van de concentratie agressieve stoffen in de lucht, zoals SO₂, de corrosiesnelheid van koper verder afneemt en de emissie vermindert.

De Nederlandse wetgeving bevat geen bepalingen die het gebruik van koper verbieden. Het Bouwbesluit bevat weliswaar voorschriften over materialen die niet mogen worden toegepast, maar daar valt koper niet onder. Bovendien geldt dat op basis van een monumentenvergunning vrijstelling van bepalingen in het Bouwbesluit kan worden verkregen. Een bouwvergunning kan dus niet worden geweigerd op basis van de Woningwet waar het Bouwbesluit onderdeel van uitmaakt.

Gemeenten kunnen wel op grond van de Wet milieubeheer nadere eisen stellen en bijvoorbeeld een milieuvergunning weigeren. Dit geldt niet voor woonhuizen, maar wel voor bedrijven en inrichtingen.

De bouwvergunning is gekoppeld aan de milieuvergunning. Een bouwvergunning wordt niet afgegeven als er geen milieuvergunning is afgegeven.

Voor meer informatie wordt verwezen naar de Stichting Duurzaam Bouwmetaal.

IS DE MONUMENTENWET 1988 VAN TOEPASSING BIJ HET HERSTEL VAN KOPEREN DAKEN EN GOTEN?

Ja, de daken en goten vormen over het algemeen een integraal onderdeel van het monument. Bij herstel is meestal sprake van een fysieke wijziging en dus moet een vergunning worden aangevraagd.

ZIJN WERKZAAMHEDEN VOOR HET INSTANDHOUDEN VAN KOPEREN DAKEN EN GOTEN SUBSIDIABEL?

Ja, reparatie van koperen daken en goten kan in beginsel binnen het Brrm 1997 (Besluit rijkssubsidiëring restauratie monumenten) en het Brom (Besluit rijkssubsidiëring onderhoud monumenten) als subsidiabele werkzaamheid aangemerkt worden.

NUTTIGE ADRESSEN

Stichting Duurzaam Bouwmetaal

Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

telefoon 079 • 35 31 317

e-mail: nfi@fme.nl

RIJKSDIENST VOOR DE MONUMENTENZORG

Broederplein 41 • 3703 CD Zeist

Postbus 1001 • 3700 BA Zeist

☎ | 030 • 69 83 211

| 030 • 69 83 456 *InfoDesk*

☎ | 030 • 69 16 189

🌐 | www.monumentenzorg.nl

| www.monumenten.nl

@ | info@monumentenzorg.nl

RDMZ info Restauratie en beheer nr. 33, maart 2003, meegezonden met Nieuwsbrief 2, maart 2003

Redactie Klaas Boeder, Mieke Bus, Ries van Hemert, Taco Hermans, Michiel van Hunen, Mariël Kok en Edzard Prent *Tekst* Taco Hermans en Michiel van Hunen. De tekst is totstandgekomen met hulp van een werkgroep. De leden van de werkgroep: K. Boeder, J. Cazemier, C.J. Dickhoff, R. van Hemert, T. Hermans, Th.J. van Houten, M. van Hunen, J.E. van Nieuwkoop, R.J. Reijns, K. Schoots, P. van Soest, M. Tulleners, W. Verhoeven, R.J. Vermeulen, H. Vetkamp, J.L. van Wely en H.H.B. Westerbeek.

Met dank aan KME Benelux Nederland BV, Dordrecht *Foto's* tenzij anders vermeld RDMZ *Vormgeving* B@seline, Utrecht *Druk* VanSoest, Amsterdam

Voor bestelling van meerdere exemplaren: afdeling Communicatie, 030 • 69 83 456

Aan deze uitgave kunnen geen rechten worden ontleend. ISSN 1566-7057