



**HOE DE OPPERVLAKTEASPECTEN VAN
KOPER EN KOPERLEGERINGEN
EVOLUEREN**

INLEIDING

Koper heeft een lange traditie als bouw- en ontwerpmateriaal. Het wordt al eeuwenlang algemeen gebruikt voor daken en decennia lang in diverse externe structuren zoals gevels, bekleding, goten en afvoerpijpen. In de afgelopen jaren is de belangstelling onder architecten en planners voor het gebruik van koper en koperlegeringen gegroeid vanwege hun gunstige milieuprestaties.

Met het toenemend gebruik van metalen in buitenarchitectuur neemt ook de belangstelling toe voor de wisselwerking tussen metalen en het milieu. In dit verband heeft de Europese koperindustrie geïnvesteerd in onderzoek om te begrijpen hoe het uiterlijk van op koper gebaseerde materialen verandert als reactie op verschillende omstandigheden. Verschillende andere onderzoeken Er zijn ook programma's uitgevoerd met betrekking tot duurzaamheid en milieu. Alle resultaten tonen aan dat koper een duurzaam en duurzaam materiaal is dat geen schade toebrengt aan het milieu. Deze brochure geeft een samenvatting van het meest recente onderzoek naar het uiterlijk van oppervlakken en de evolutie van oppervlakken van koper en koperlegeringen op gebouwen op verschillende locaties in Europa.

HISTORISCH BEWIJS

Het rode metaal maakt deel uit van de geschiedenis van de mensheid en is al sinds de bronstijd een betrouwbare metgezel. Wetenschappers geloven dat het dak van het Parthenon, Akropolis van Athene, Griekenland (447 v. Chr. - 432 v. Chr.) gebouwd was met kleine bronzen platen en dat de deuren van de westelijke kelder verstevigd waren met bronzen staven en dat de oostelijke deuren waarschijnlijk hol brons waren. In delen van Europa werd koper al in de 16e eeuw beschouwd als een van de beste dakbedekkingsmaterialen. Jan III van Zweden (1568-1592) wilde een koperen dak op zijn paleis "Drie Kronen" in Stockholm.

KOPER IN MODERNE ARCHITECTUUR

Foto 1: Natuurlijk gepatineerd oppervlak van het **Auditorium van de Technische Universiteit**, Espoo, Finland (bouwjaar: 1949-66), architect: **Alvar Aalto**. De met koper bedekte amfitheaterachtige structuur bevat de belangrijkste auditoria, terwijl de buitenkant kan worden gebruikt voor toneelstukken en andere activiteiten.

Foto 2: Verweerde gevel van **conferentiecentrum Dipoli**, Espoo, Finland. Ontworpen door architecten Reima en Raili Pietilä en voltooid in 1966. Het belangrijkste voorbeeldgebouw van organische architectuur maakt veel gebruik van materialen uit de Finse natuur, zoals dennenhout, koper en natuurlijke rotsen.

Foto 3: **Metso hoofdbibliotheek**, stad Tampere door architecten Reima en Raili Pietilä werd geopend in 1986.

Foto 4, 5: **de Young Museum**, San Francisco, ontworpen door **Herzog & de Meuron**, geopend op 15 oktober 2005. Het reliëf en de perforatie doen denken aan licht dat door boomtoppen filtert. Op deze manier komt de buitenbekleding van het gebouw intensief overeen met het omringende parklandschap en het weelderige bomenbestand van Golden Gate Park, als een abstract kunstwerk. Foto 4 genomen in februari 2006, foto 5 in



1



2



februari 2015.

Om koperen referenties in de moderne architectuur te zien van architecten als **Foster+Partners** en **Renzo Piano**, bezoek koperconcept.org.

KOPER EN ZIJN KWALITEITEN

- **Lange levensduur**
Ze gaan vaak 200 jaar of langer mee en er zijn koperen daken die wel 350 jaar oud zijn.
- **Vervormbaarheid**
Koper kan gemakkelijk mechanisch of met de hand worden gevormd, ter plaatse of in de werkplaats, om vrijwel elke driedimensionale vorm aan te nemen, inclusief complexe rondingen en details.
- **Onderhoudsvrij**
Een koperen dak of gevel heeft geen speciaal onderhoud nodig.
- **Temperatuur- en weerbestendig**
Dit betekent een zeer lange levensduur. Koper is ideaal voor koude klimaten en plaatsen met grote temperatuurschommelingen omdat het niet breekt bij bewerking/vervorming.
- **Natuurlijke schoonheid en variabele oppervlakken**
Verkrijgbaar in vele tinten, van natuurlijk oranje-rood tot bruin en groen, maar ook in vele levendige oppervlakken.
- **Duurzaam en brandveilig**

3

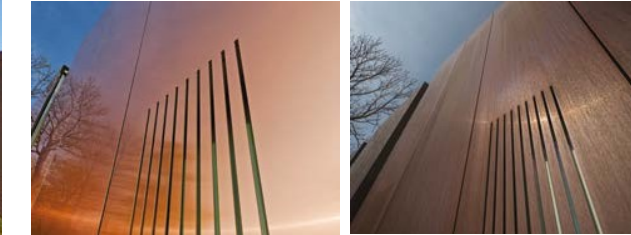
4



5

Koper verandert na verloop van tijd niet van eigenschappen, is bestand tegen zonlicht, UV-stralen, water, vochtigheid en is onbrandbaar.

- **100% keer op keer recycleerbaar zonder prestatieverlies**
Bespaart natuurlijke hulpbronnen en behoudt zijn waarde.
- **Essentieel voor al het leven**
Koper is een natuurlijk voorkomend element; het is aanwezig in de aardkorst. Al het leven heeft koper nodig om goed te functioneren.
- **2Koper heeft een laag ingebed CO ...**
De koperindustrie loopt voorop als het gaat om het verminderen van de milieu-impact van haar activiteiten. Ga voor meer informatie over de levenscyclus van koper naar www.copper-life-cycle.org.



Omslag:
Hof, Duitsland Centrum
voor radiotherapie
Architect: hiendl_schineis architecten
Koperproduct: Koper
Jaar van voltooiing: 2012
Foto's: © Foto Eckhart Matthäus/www.em-foto.de

Foto's genomen 10.2011 en 04.2017 (verweerd)

KLEUR EN PATINA

De natuurlijke ontwikkeling van patina is een van de unieke eigenschappen van koper: blootgesteld aan de buitenatmosfeer beschermt het zichzelf door na verloop van tijd een patinalaag te ontwikkelen die het weerbestendig maakt met een levensduur van vele generaties.

Veranderingen zijn zeer geleidelijk en niet geheel voorspelbaar - net als het weer, dat op zijn beurt weer als enige verantwoordelijk is voor de voortdurende veranderingen van koper. De heersende concentraties van luchtvervuiling en de omgevingsomstandigheden bepalen in wezen de samenstelling en beschermende eigenschappen van het patina. De interactie van het patina met de plaatselijke atmosferische omstandigheden bepaalt hoe het oppervlak eruitziet en hoe het in de loop der tijd verandert.



Ga naar weathering.copperconcept.org om meer voorbeelden te zien van hoe gebouwen die bekleed zijn met koper en koperlegeringen na verloop van tijd van uiterlijk veranderen.

Foto 6, 7:
Dabas,
Hongarije
Markthal
Architect: Kiss Járomi

Építésziroda Koper Product: Koper Opleveringsjaar: 2011
Foto's: ECI
Foto's genomen op 05.2011 en 11.2016 (verweerd)

TY
PIS
CH
E
EV
OL
UTI
E
VA
N
OP
PE
RV
LA
KT
EV
ER
SC
HIJ
NI
NG
EN
VA
N
KO
PE
R
EN
KO
PE
RL

EGERINGEN GEBRUIKT IN DE ARCHITECTUUR

- **Koper**
Binnen een paar dagen na blootstelling aan de atmosfeer begint het oppervlak te oxideren, waardoor de kleur verandert in kastanjebruin, dat geleidelijk donkerder wordt na enkele jaren en later een typische groene patina kan worden.
- **Messing**
Een legering van koper en zink. Het oorspronkelijke glanzende oppervlak verandert van aanvankelijk mat geleidelijk naar groenachtig bruin dat zich verder ontwikkelt naar grijsbruin en vervolgens donkerbruin/antraciet. Schuine delen kunnen uiteindelijk een patina-oppervlak ontwikkelen dat lijkt op dat van puur koper, maar toch duidelijk anders is.
- **Brons**
Een legering van koper en tin. Het oorspronkelijke warme roodbruine oppervlak ontwikkelt zich op een kenmerkende manier door verweering. Een bruinrode oxidatie van het oppervlak met een bruingrijze ondertoon is typisch voor deze legering; het materiaal verandert dan geleidelijk in donkerbruin antraciet door en door - de patinalaag die daarop volgt, vormt zich veel langzamer dan bij puur koper.
- **Gouden legering**
Dit gouden materiaal is een legering van koper met aluminium en zink, die zeer stabiel is en na verloop van tijd zijn gouden tint behoudt. Het gedraagt zich in de omgeving anders dan zuiver koper omdat het bij de productie een dunne beschermende oxidelaag heeft die alle drie de legeringselementen bevat. Daardoor behoudt het oppervlak onbeperkt zijn gouden kleur en verliest het gewoon wat van zijn glans als de oxidelaag dikker wordt door blootstelling aan de elementen, wat een matte goudkleur oplevert.



6, 7

Foto: Edgar Stou

2017
○

K
O
P
E
R

Foto: Edgar Stouvenot - AvantagesWeb

2017
○

Foto: Basalt Architecture architects / Sergio Grazzia

○
2013

PARIJS
FRANKRIJK
CONSERVATORIUM CLAUDE DEBUSSY
Architecten: Basalt Architectuur
Opleveringsjaar: 2013

Foto's: Esko Tuomisto



2015
○

KOPER



HELSINKI
FINLAND
MERIPAVILJONKI
Architecten: Arkkitehtitoimisto Freese Oy
Opleveringsjaar: 2014



○
2014



2005
○



○
2003

Foto: Pyhä Henrik

Foto: ECI



2010
○

KOPER



TURKU
FINLAND
ST HENRY KAPEL
Architecten: Sanaksenaho Arkkitehdit
Opleveringsjaar: 2003



BRAS



AHRENSHOOP
DUITS
KUNSTMUSEUM
Architecten: Staab
Architekten Opleveringsjaar:
2013

BRAS



HARD
OOSTENRIJK
HOTEL AM SEE
Architecten: FRÜHARCHITEKTURBÜRO ZT GMBH
Jaar van voltooiing: 2011



Foto: Rosangela Borgese

2017
○

BRAS

LONDEN
UK
10 WEYMOUTH STRAAT
Architecten: Make
Opleveringsjaar: 2009



2011
○



Foto: Rosangela Borgese

2017
○

BRONS



2011
○

Foto: Tim Crocker

LONDON
UK
GRAANSC
HUUR
Architecten: Schmidt Hammer Lassen /
Pollard Thomas Edwards Architects
Opleveringsjaar: 2011

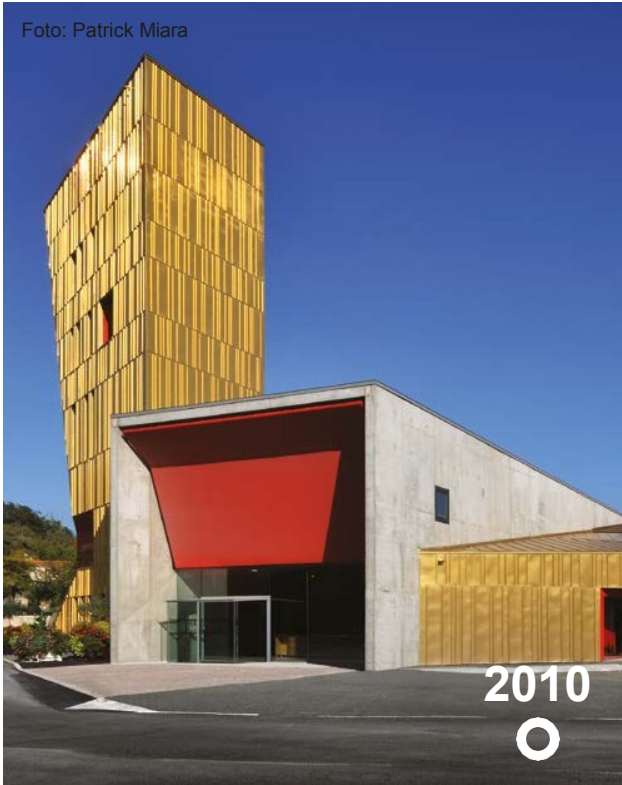


Foto: Patrick Miara

2010
○



Foto: Edgar Stouvenot - AvantagesWeb

2017
○

GOUDEN

VENDÉE
FRANKR
IJK
TOUR DE ARTS DES HERBIERS
Architecten: Forma 6
Nantes Opleveringsjaar:
2010



Foto: Rosangela Borghese

2017
○



Foto: Chris Hodson

2012
○



Foto: Rosangela Borghese

2017
○

GOUD GEPERFOREERD

LONDEN
UK
TIDEMILL ACADEMIE
Architecten: Pollard Thomas Edwards
Architects Opleveringsjaar: 2012



WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

De Europese koperindustrie heeft geïnvesteerd in het begrijpen van het oppervlakteresultaat van materialen op basis van koper in verschillende omstandigheden en ondersteunt het onderzoekswerk dat wordt uitgevoerd door het Koninklijk Instituut voor Technologie KTH.

Oppervlakte- en Corrosiewetenschap in Stockholm. Het lopende onderzoek is een langetermijnproject dat tot doel heeft om de atmosferische corrosieprocessen van koper en legeringen op basis van koper die worden gebruikt in bouwtoepassingen te beoordelen en te begrijpen. Koper en drie koperlegeringen (messing, brons en goudlegering) zijn blootgesteld aan onbeschutte omstandigheden op vier testlocaties in Brest, Frankrijk, die vier afstanden van de kustlijn vertegenwoordigen.

De manier waarop de beschermende patina zich vormt, de dikte en samenstelling beïnvloeden in grote mate de visuele verschijning van het materiaal. Wetenschappelijke resultaten bevestigen dat het niveau en de snelheid waarmee het uiterlijk van het oppervlak verandert voornamelijk afhangen van:

- luchtkwaliteit & weersomstandigheden: de concentratie van luchtverontreinigende stoffen, de afzetting van deeltjes en de heersende weersomstandigheden hebben een grote invloed op de patina-samenstelling,
- afstand tot de zee: (materialen in de buurt van gebieden met zeespatten zullen vrij snel een groene tint ontwikkelen, terwijl materialen in stedelijke omgevingen kunnen neigen naar een donkerbruine tint),
- samenstelling legering,
- helling en oriëntatie van het oppervlak.

Geselecteerde pictogrammen uit het KTH-onderzoek tonen veranderingen in het uiterlijk van het oppervlak na 6 maanden, drie en vijf jaar op verschillende locaties die zijn blootgesteld aan hellingshoeken die relevant zijn voor dakbedekking (45 graden) en gevels (90 graden) voor vier verschillende op koper gebaseerde materialen: Natuurlijk Koper, Messing, Brons en Goudlegering.

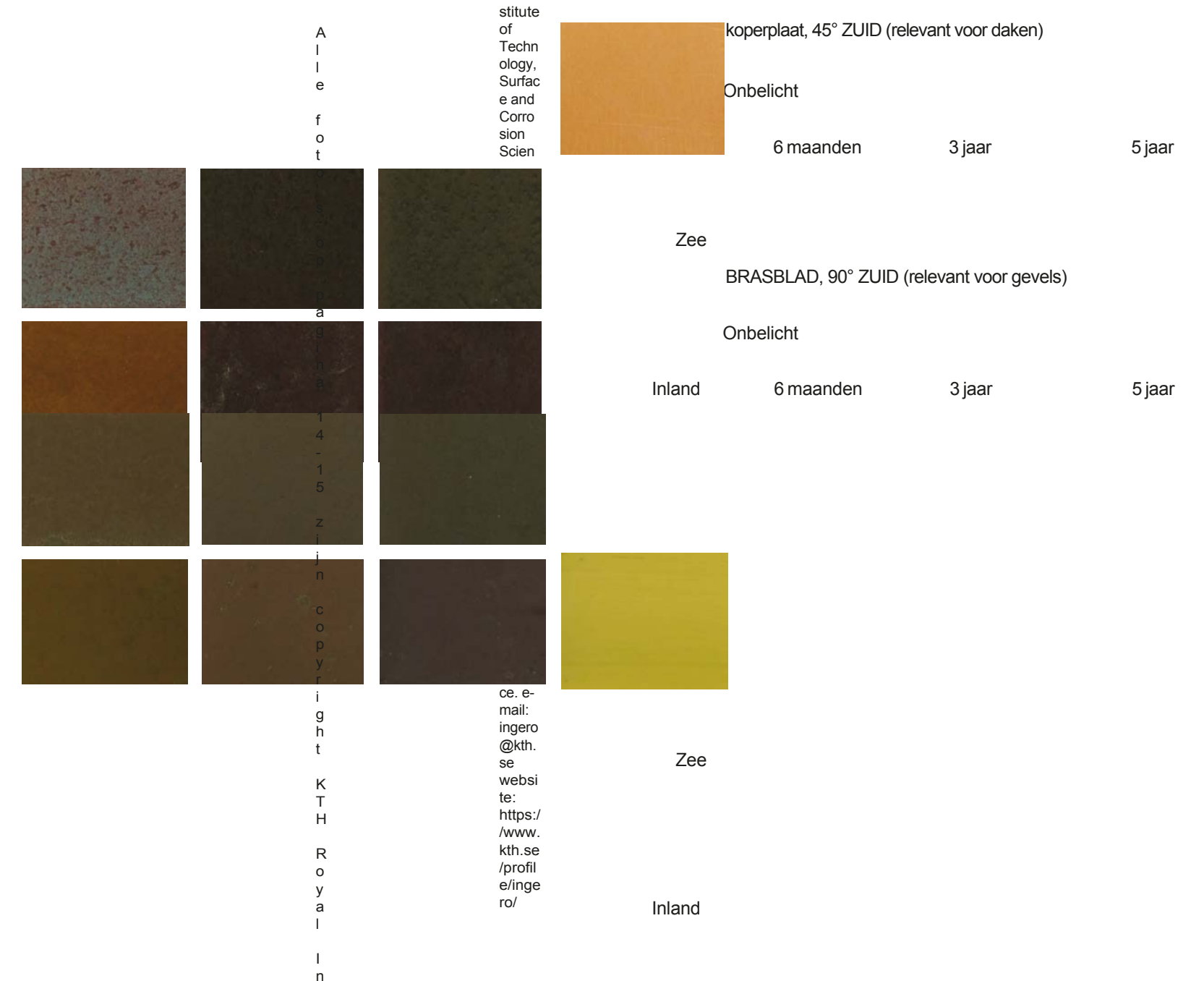
Locaties:

- Zee: Blootstellingslocatie St Anne, 25 m afstand van zeekust, omgeving met hoog corrosiviteitsniveau
- In het binnenland: Blootstellingslocatie Langonnet, 40 km van de kust, matig corrosieve omgeving

De getoonde afbeeldingen dienen alleen ter illustratie en mogen niet worden beschouwd als een exacte weergave van kleuren of visuele veranderingen in alle situaties of alle tijdsbestekken.



Download voor volledige informatie over het KTH-onderzoek "Surface appearance of copper-based materials at unsheltered marine conditions" op copperconcept.org/nl/publications





BRONZE SCHILDER, 90° ZUID (relevant voor gevels)

Onbelicht

6 maanden

3 jaar

5 jaar

Zee

GOUDEN ALLOYZIJDE, 90° ZUID (relevant voor gevels)

Onbelicht

6 maanden

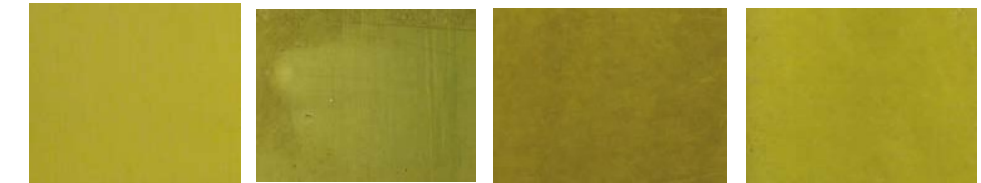
3 jaar

5 jaar

Inland

Zee

Inland





Copper
Concept



sxcahm

tcTilomadseebgeuomiltdoiwreatnherieng.coppegrconcepteorg