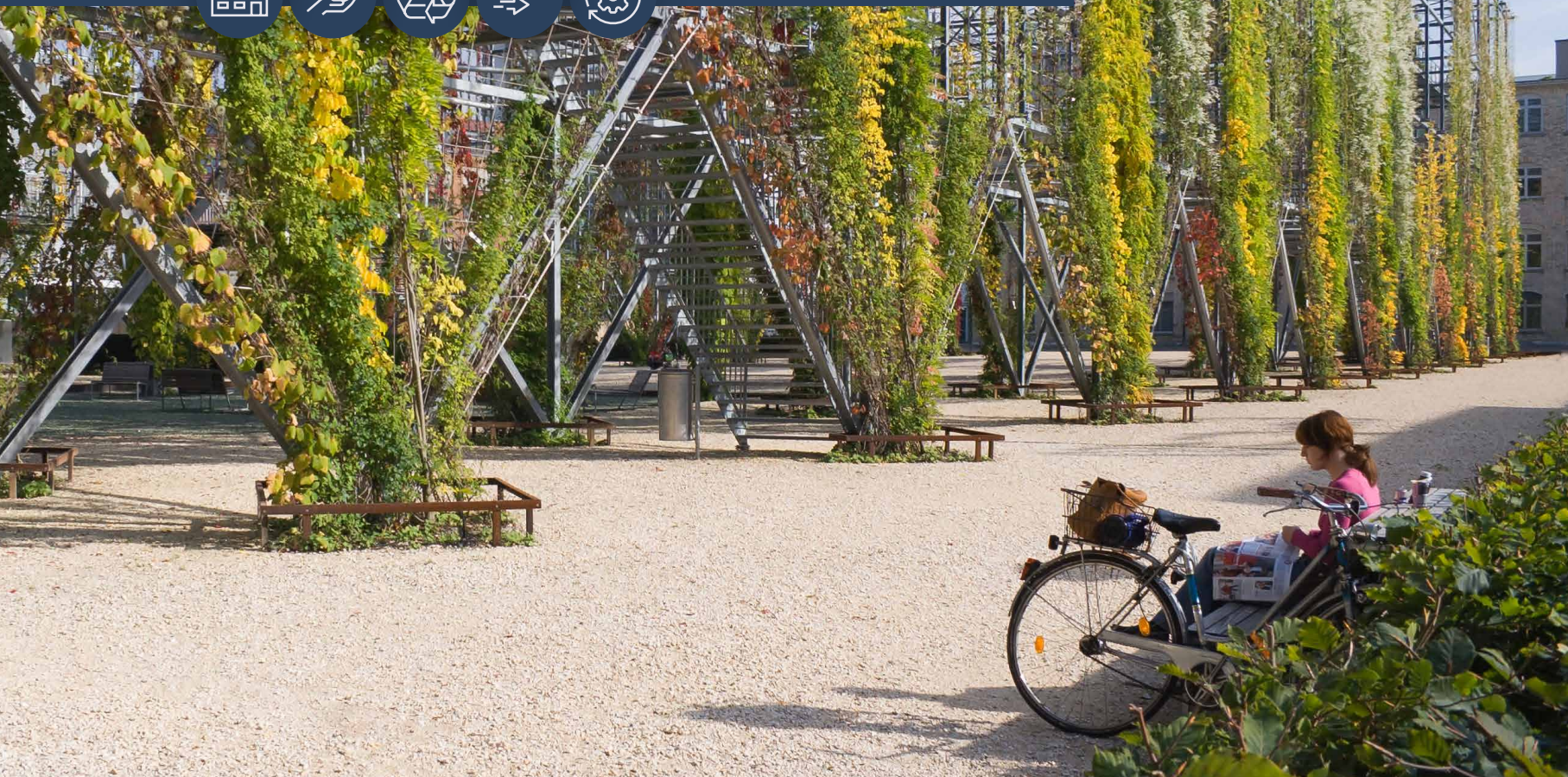


# VARMFÖRZINKAT STÅL OCH HÅLLBART BYGGANDE

LÖSNINGAR FÖR EN  
CIRKULÄR EKONOMI





European General Galvanizers Association (EGGA) är branschorganisationen för Europas varmförzinkningsindustri. I organisationen ingår 14 nationella branschföreningar som representerar denna industrisektor i Europa.

"Europeiska initiativet för varmförzinkning och hållbart byggande" initierades redan i början av 2000-talet genom att ett antal intressenter bedömde varmförzinkat stål som konstruktionsmaterial. Detta resulterade i publikationen *"Varmförzinkning och hållbart byggande: En specifikationsguide"*<sup>1</sup> 2008, som utarbetades under ledning av professor Tom Woolley - en radikal förespråkare för grönt byggande, som uppmanade till en ny och spännande syn på varmförzinkning och dess överensstämmelse med hållbar design.

Denna publikation kan ses som en fortsättning på tidigare arbete och visar hur varmförzinkningsindustrin har gått framåt och tar täten när det gäller lösningar för att minska klimatförändringarna och att leverera enligt den cirkulära ekonomin, som nu är fast etablerad i både teori och praktik.

Varmförzinkat stål ger möjlighet till innovativa lösningar som optimerar den miljömässiga hållbarheten och underlättar stålkonstruktioners och komponenters cirkularitet. Lösningarna är lätta att använda med hjälp av varmförzinkningens väletablerade och enkla metod för att skydda stål.

Omslag: MFO-Park, Zürich: Varmförzinkat stål används för att förnya en gammal industrianläggning

# **VARMFÖRZINKAT STÅL OCH HÅLLBART BYGGANDE**

LÖSNINGAR FÖR EN  
CIRKULÄR EKONOMI



Publicerad av EGGA | September 2021

© Copyright 2021 European General Galvanizers Association

[www.egga.com](http://www.egga.com)



**Tillverka**



**Återvinna**



**Bruka**



**Återskapa**



**Återbruka**

# INNEHÅLL

- 7 Utmaningen med hållbart byggande
- 9 Varmförzinkat stål i den cirkulära ekonomin
- 18 Varmförzinkat stål – cirkulär ekonomi i praktiken
- 25 Design för återbruk av varmförzinkat stål
- 27 Motståndskraften hos varmförzinkat stål för återbruk
- 37 Omförzinkning av varmförzinkad infrastruktur
- 43 Återvinning av zink från varmförzinkat stål
- 47 Minskade koldioxidutsläpp genom undvikande av underhåll
- 52 Beständighet under livscykeln för varmförzinkade stålkonstruktioner
- 57 Hur varmförzinkning skyddar stål
- 63 Varmförzinkningsindustrin
- 69 Miljövarudeklarationer
- 72 Varmförzinkning för hållbara byggnader
- 75 Referenser
- 77 Erkännanden
- 79 Ytterligare information om varmförzinkat stål

## Fallstudier

- 13 The Green House – design för flexibilitet och återbruk
- 16 "Informationspunkten" – redo för omplacering och nytt användningsområde
- 23 Designad för dekonstruktion – Fraunhofer IWKS
- 31 Åskådarläktare i Gramsbergen – återfödelse 40 år senare
- 34 Dursley Treehouse
- 40 Leeuwarden Energy Knowledge Centre
- 45 House D6 – hållbara reversibla bostäder
- 46 Tänk framåt – nya användningsområden för varmförzinkat stål
- 54 Lydlinch-bron – konstruerad 1942 och i toppskick
- 56 Järnvägsbyggnad i Bayern – 120 års liv och still going strong
- 61 Garsington Opera – demonterbar paviljong
- 74 Vänligen tag plats



EN ISO 1461

I hela denna publikation avser termen 'varmförzinkat stål' stålprodukter som doppats i smält zink efter tillverkning. Detta är processen för styckvis varmförzinkning som vanligtvis utförs enligt standarden EN ISO 1461 för att ge en zinkbeläggning som är tjock, beständig och ger fullständig täckning av hela produkten. Denna kombination av egenskaper kan inte uppnås med andra typer av zinkbelagt stål



# THE GREEN HOUSE

eat meet relax enjoy



# UTMANINGEN MED HÅLLBART BYGGGANDE

Effekterna av klimatförändringarna sker snabbt och är allvarliga, vilket är oroande

För att undvika de negativa effekterna av klimatförändringarna har den Internationella Panelen för Klimatförändringar (IPCC) rekommenderat att de globala utsläppen av växthusgaser, av vilka koldioxid är den viktigaste, bör minskas för att uppnå klimatneutralitet år 2050. Målet är att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C över nivåerna före industrialiseringen<sup>2</sup>.

Effekterna av klimatförändringarna sker snabbt och är allvarliga, vilket är oroande. Med en växande världsbefolkning och därmed ökande användning av förädlade material finns behov av nya tillvägagångssätt för att maximera värdet på råvaror genom att hålla byggnader, infrastruktur, resurser och material i bruk så länge som möjligt.

Den första europeiska klimatlagen<sup>3</sup>, som infördes av Europeiska Kommissionen 2020, föreslår ett rättsligt obligatoriskt mål för växthusgasutsläpp på noll till år 2050, som en del av EU: s Green Deal<sup>4</sup>. Dessa ambitiösa mål stöds av initiativ för att överföra industrin till en hållbar modell baserad på principerna för en

cirkulär ekonomi.

Varmförzinkningsindustrin har välkomnat detta ökande fokus på skapandet av en cirkulär ekonomi – som omfattar design för hållbarhet, dekonstruktion, demontering, flexibilitet samt på återanvändning, återvinning eller återtillverkning av material. Varmförzinkade stålkonstruktioner och komponenter är perfekta cirkulära material för byggnader med låga koldioxidutsläpp.

Stål är viktigt för den teknik och de lösningar som tillgodoser samhällets vardagliga behov och kommer att fortsätta att göra det i framtiden. Oavsett om det gäller transportsystem, infrastruktur, bostäder, tillverkning, jordbruk eller energi, är stål allmänt erkänt som det 'permanenta materialet i den cirkulära ekonomin'.

I strävan efter optimal hållbarhet i materialanvändningen skapar kombinationen av varmförzinkning och stål ett nästan unikt partnerskap för att leverera hållbara designval.

Vänster

**The Green House** (se sidan 12+13)





# VARMFÖRZINKAT STÅL I DEN CIRKULÄRA EKONOMIN

## Konstruktion i den cirkulära ekonomin

Den cirkulära ekonomin är en övergång från linjära affärsmodeller, där produkter tillverkas av råvaror och sedan kasseras i slutet av deras livslängd, till cirkulära affärsmodeller där intelligent design leder till att produkterna eller deras ingående delar repareras, återanvänds, återförs och återvinns.

En cirkulär ekonomi syftar till att återuppbygga kapital, oavsett om det är ekonomiskt, tillverkande, mänskligt, socialt eller naturligt. Detta tillvägagångssätt förbättrar flödet av varor och tjänster. Konceptet 'cirkulär ekonomi' strävar efter en optimal resurseffektivitet.

Det ser till att resurser fördelas effektivt till produkter och tjänster på ett sätt som maximerar allas ekonomiska välbefinnande. Dessutom måste produkter utformas för att vara hållbara, lätta att reparera och i slutändan möjliga att återvinna. Kostnaderna för återanvändning, reparation eller återtillverkning av produkter måste vara konkurrenskraftiga för att uppmuntra dessa

metoder. Att bara byta ut en produkt mot en ny bör inte längre vara normen.

En cirkulär ekonomi säkerställer också att värdet bibehålls i en produkt när den når slutet av sin livslängd samtidigt som avfall minskas eller elimineras. Denna idé är grundläggande för konceptet hållbarhet, som fokuserar på samspelet mellan miljömässiga, sociala och ekonomiska faktorer. Utan en livscykelstrategi är det omöjligt att ha en verklig och välfungerande cirkulär ekonomi.

Byggsektorn är prioriterad för den cirkulära ekonomin eftersom den, baserat på byggnadens hela livscykel<sup>5</sup>, är ansvarig för:

- 50 % av förbrukningen av utvunna material
- 50 % av den totala energiförbrukningen
- 33 % av vattenanvändningen
- 35 % av avfallsproduktionen

Cirkulär konstruktion innebär att från början tänka på hur man utformar en byggnad för att enkelt kunna demontera dess komponenter i slutet av byggnadens livstid för att återanvända dem.

## Fördelar hos varmförzinkat stål





Ovan  
The Silo, Köpenhamn

För att uppnå detta ändrar konstruktörer sitt sätt att tänka gällande:

- Designa flexibla och anpassningsbara byggnader som tillhandahåller grundläggande funktioner under lång tid men samtidigt kan anpassas.
- Designa på sätt som ger möjlighet för nya användningsområden. Vid designstadiet ta hänsyn till framtida nya funktioner och nya användare för en byggnad.
- Se till att komponenterna kan återanvändas och utforma byggnaden därefter.
- Använda resurser med ett positivt restvärde.

## Varför använda varmförzinkat stål?

Insikten att begreppet cirkulär ekonomi är grundläggande för att optimera materialets hållbarhet har återigen lett till att enkelhet, motståndskraft, beständighet och möjlighet till återvinning hos metallkonstruktioner och komponenter är i framkant av den hållbara designen. Varmförzinkat stål är ett bra exempel på detta:

- Varmförzinkning av stålprodukter efter tillverkning ger de högsta nivåerna av korrosionsskydd – stålkonstruktionen eller komponenten klarar ofta sin beräknade livslängd utan underhåll.

- Den varmförzinkade beläggningen kan följa stålkonstruktionen genom flera återanvändningscykler.
- En varmförzinkad beläggning är i sig klimatbeständig eftersom dess skyddande förmåga till stor del inte påverkas av temperaturförändringar och andra klimatfaktorer.
- Varmförzinkade beläggningar är bundna till stålet, vilket gör att stålprodukten kan återanvändas tillsammans med originalbeläggningen utan att behöva förzinkas på nytt (tänk bara på de byggnadsställningar som monteras upp och ned upprepade gånger runt våra byggnader).
- Varmförzinkade stålkomponenter som har nått slutet på sin beräknade livslängd, eller som nedmonterats av någon annan anledning, kan omförzinkas och användas på nytt.
- Om återanvändningscyklerna till slut upphör, återvinns både stål och zink tillsammans i de väletablerade stålåtervinningsprocesserna – med zink som återförs, utan förlust av egenskaper, till zinkproduktionsanläggningar och så småningom tillbaka till varmförzinkningsprocessen.

Om ett materialsystem var specifikt utformat för cirkulär ekonomi skulle varmförzinkning vara ett utmärkt exempel. Men, det finns här idag och har följt dessa principer i årtionden.





# THE GREEN HOUSE – DESIGN FÖR FLEXIBILITET OCH ÅTERBRUK



The Green House kan demonteras i sin helhet och byggas upp på en ny plats

The Green House består av en restaurang med en urban odling och ett konferenscenter. I enlighet med principerna för den cirkulära ekonomin kan hela byggnaden tas isär. Tack vare sin höga precision är stålkomponenter enkla att ta isär och sätta ihop igen. Ett speciellt inslag i stålramen i The Green House är dess fyrkantiga rutnät, med vilket flera byggnadskonfigurationer är möjliga med en och samma byggsats.

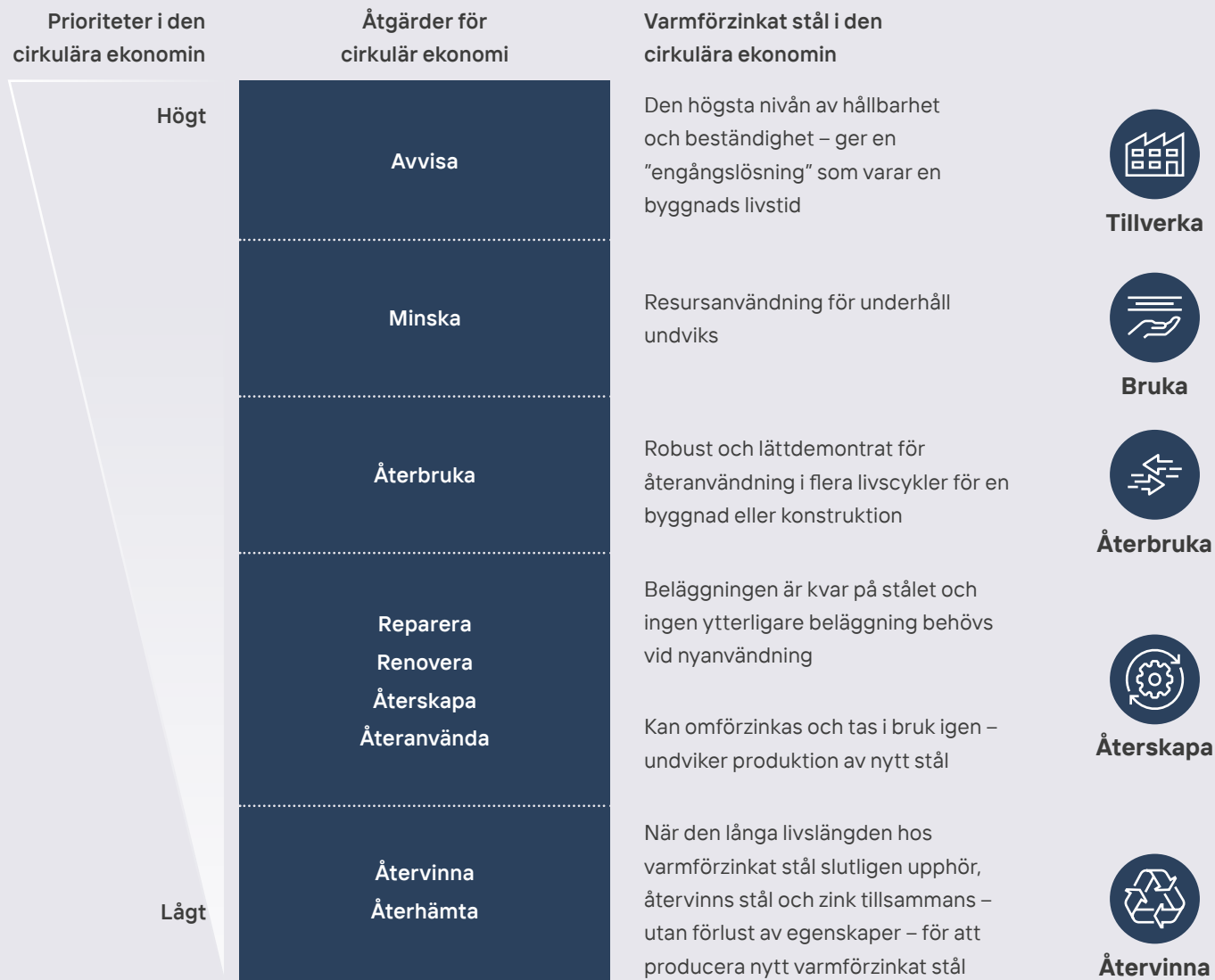
Om femton år förväntas den tas isär och byggas upp på en annan plats. Återanvändning spelade också en viktig roll i valet av material för projektet.

Paviljongen designades som en generisk byggsats med en stålram som består av varmförzinkade stålsektioner som lätt kan demonteras för återanvändning. Varmförzinkning användes också för stänger för fasaden, taket (inklusive takkonstruktionen för ett litet växthus) och trappan i paviljongen.

Det varmförzinkade stålet framhäver designen i The Green House och det urbana växthuset. Arkitekterna insåg också att varmförzinkning lämpar sig perfekt för demontering och återmontering – eftersom beläggningen inte kommer att skadas i den proceduren.



## Hierarkiska modeller för cirkulär ekonomi illustrerar vikten av varmförzinkat stål



## Att leverera cirkulär ekonomi

Hierarkimodellerna för en cirkulär ekonomi illustrerar mycket väl fördelarna med att varmförzinka för att förbättra stålets redan gynnsamma position som ett cirkulärt material. Detta eftersom en varmförzinkad beläggning blir en integrerad del av stålkonstruktionen och kommer att motstå stötar och nötning vid demontering och återanvändning av stålet. Denna funktion är av stort värde vid återanvändning och återtillverkning av stålkonstruktioner och komponenter.

Att minska produkternas vikt och därmed mängden material som används är nyckeln till den cirkulära ekonomin. Stålindustrin har utvecklat höghållfasta och avancerade stålqualiteter för många olika tillämpningar. Dessa kvaliteter möjliggör lättare vikt hos komponenter, från vindkraftverk till byggnader och bilar, eftersom en mindre mängd stål behövs för att ge samma styrka och funktionalitet. Genom att tillhandahålla maximala nivåer av korrosionsskydd möjliggör varmförzinkning ännu tunnare och lättare stålkomponenter eftersom "rostmån" för att kompensera för korrosionsförluster under service undviks.

Stål kan återanvändas eller få nya användningsområden på många sätt, med eller utan återtillverkning. Detta sker redan med bilkomponenter, byggnader, järnvägsdelar och i många andra applikationer. Återanvändning av stål är inte begränsat till den ursprungliga produkten. Nya användningsområden för stålföremål förekom redan på antikens tid, där man förvandlade svärd till plogblad. Återanvändningsgraden ökar i takt med att ekodesign, design för återanvändning, återvinning och resurseffektivitet blir allt vanligare.

Om designers vill integrera återanvändbara stålelement i byggnadens strukturella del är varmförzinkning det perfekta beläggningssystemet. Varmförzinkat stål skadas inte av demonterings- och ommonteringsaktiviteter i motsats till målat stål, som måste målas om eller åtminstone repareras. Varmförzinkning ger dessutom längre livslängd på stål än andra beläggningssystem, vilket möjliggör frekvent återanvändning av materialet.

I en cirkulär ekonomi kommer det att ske en övergång från en produktbaserad ekonomi till en tjänstbaserad ekonomi. Reparation / underhåll blir allt viktigare, liksom försök att begränsa avståndet mellan verkstaden och användaren, för att minimera miljöpåverkan. Detta kommer att stimulera lokala ekonomier och öka användarvänligheten för slutanvändaren.

Stålprodukter repareras enkelt och den reparerade produkten kan därefter omförzinkas.

Stål och zink är 100 % återvinningsbart och kan återvinnas om och om igen för att skapa nya stålprodukter i en sluten materialkrets. Återvunnet stål bibehåller originalstålets inneboende egenskaper. De magnetiska egenskaperna säkerställer enkel och prisvärd återvinning från nästan alla avfallsströmmar medan det höga värdet hos stålskrot garanterar återvinningens ekonomiska lönsamhet. Idag är stål det mest återvunna materialet i världen. Totalt återvinns över 650 miljoner ton stål årligen<sup>6</sup>.



# "INFORMATIONSPUNKTEN" – REDO FÖR OMPLACERING OCH NYTT ANVÄNDNINGSMOMRÅDE



Återskapa Återbruka



Utvecklingen av Les Glòries-området på den östra flanken i Barcelona har varit en av stadens viktigaste stadsuppgraderingar. Under områdets förnyelse ville Barcelonas stadshus ha en informationspunkt som skulle uppdatera lokalbefolkningen om utvecklingen men också ge information till turister.

En sluten tävling gällande en tillfällig konstruktion som skulle kunna flyttas till en annan plats efter den planerade, fyraåriga perioden som informationspunkt, vanns av de lokala arkitekterna Peris + Toral.

Efter noggrann undersökning av olika tänkbara material valdes en konstruktion bestående av varmförzinkade stålrör för den yttre ramen, i kombination med en genomskinlig polykarbonatduk och prefabricerade moduler av trä. Modulerna fungerar som informations- samt cykeluthyrningsdiskar. Allt detta levererades inom en budget på 170 000 euro.

Efter att ha tjänat sitt syfte som Informationspunkt sedan 2015 har Peris + Toral nyligen fått frågan av Barcelonas stadshus om att återanvända deras konstruktion som ett ungdomscenter (*casal de joves* på katalanska) i stadsdelen St Martí.

Nedan

**Strukturen är lätt demonterbar och kan flyttas och återanvändas med minimal påverkan på platsen**





Vänster

**Varmförzinkat stål användes för att skapa en tillfällig konstruktion för att skydda byggnaden under renoveringen av det omgivande området. Man valde material som gav byggnaden en transparent fasad men också lätt kunde omkonstrueras för ett nytt liv**

Nedan vänster

**Byggnaden är både en informationspunkt och en uthyrningsplats för elcyklar**

Nedan

**Konstruktionen återanvänds nu av arkitekterna som en plats för ungdomar i en annan del av staden**



# VARMFÖRZINKAT STÅL – CIRKULÄR EKONOMI I PRAKTIKEN

Europeiska kommissionen lanserade nyligen 'Cirkulär ekonomi: Principer för byggnadsdesign' innehållande planering av tre viktiga scenarier (eller mål) för att uppnå minskning av avfall, optimering av materialanvändning och minskning av miljöpåverkan från design och materialval under hela livscykeln.

EU:s tre mål beskrivs som:

## Hållbarhet

Byggnadernas hållbarhet beror på bättre design, förbättrad prestanda för byggprodukter samt informationsutbyte. Strukturella element bör hålla så länge som byggnaden gör, när det är möjligt. Då detta inte är möjligt på grund av inneboende föråldring eller förväntad förändring av kraven, bör de vara återanvändbara, återvinningsbara samt demonterbara.

## Anpassningsförmåga

Att förhindra för tidig byggnadsrivning genom att utveckla en ny designkultur.

## Omfattning av 'Cirkulär ekonomi: Principer för byggnadsdesign 2020'

| Målgrupp                                            | Specifika mål |                    |                 |
|-----------------------------------------------------|---------------|--------------------|-----------------|
|                                                     | Beständighet  | Anpassningsförmåga | Reducera avfall |
| Byggnadsanvändare, anläggningschefer och ägare      | Fullständig   | Delvis             | Delvis          |
| Designerteam                                        | Fullständig   | Fullständig        | Delvis          |
| Entreprenörer och byggherrar                        | Fullständig   | Delvis             | Delvis          |
| Tillverkare (av byggprodukter)                      | Fullständig   | Delvis             | Delvis          |
| Dekonstruktion- och rivningsteam                    | Delvis        | Delvis             | Fullständig     |
| Investerare, utvecklare och försäkringsleverantörer | Fullständig   | Fullständig        | Delvis          |
| Regering/ tillsynsmyndigheter/ lokala myndigheter   | Fullständig   | Delvis             | Fullständig     |



## Minska avfall och underlätta högkvalitativ avfallshantering

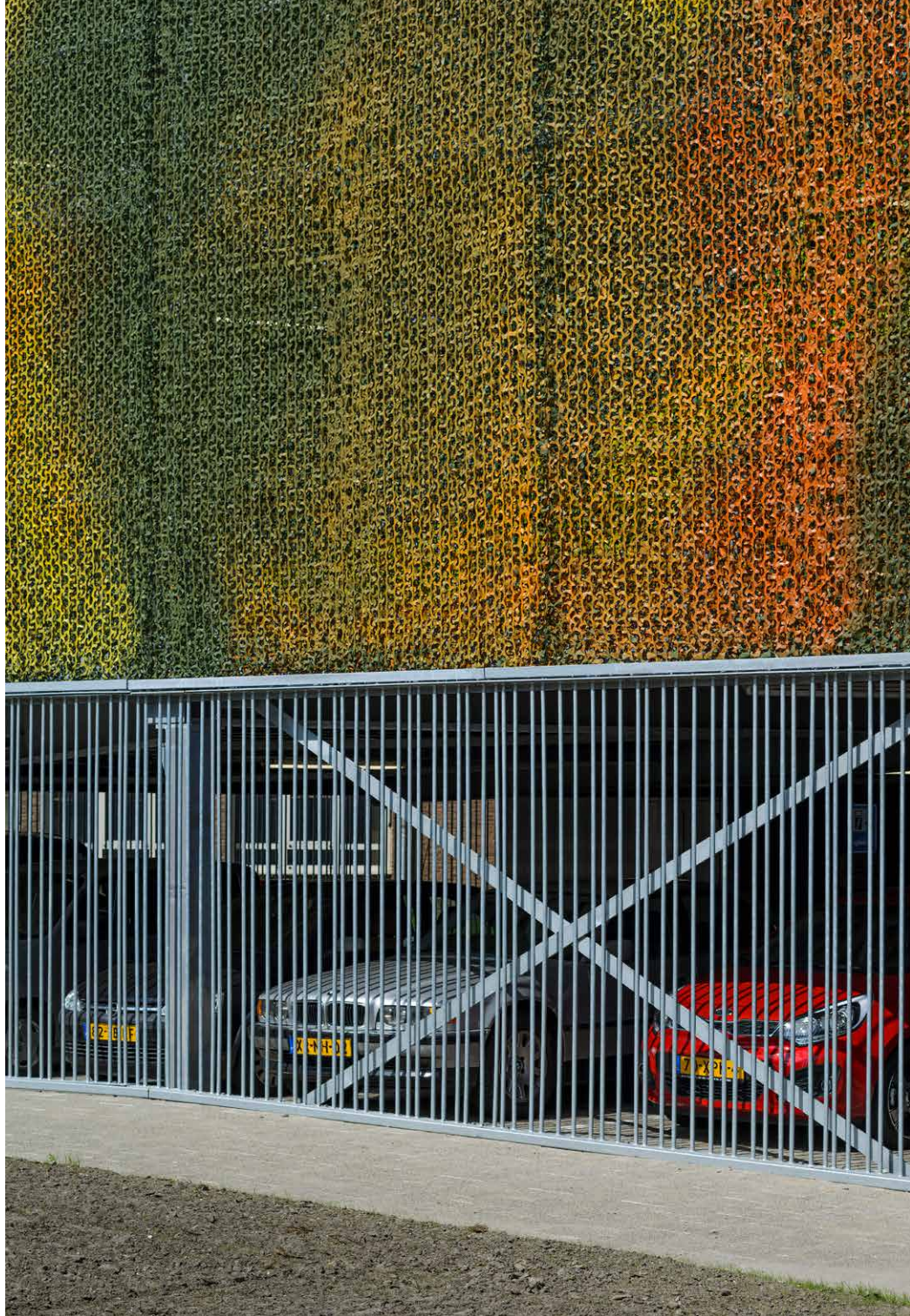
Designa produkter och system så att de lätt kan återanvändas, repareras, återvinnas eller återbördas.

Den breda användningen av styckvis varmförzinkat stål överensstämmer helt med dessa nya mål med byggnadsdesign för en cirkulär ekonomi. Den höga hållbarheten hos varmförzinkat stål är tydlig. Faktum är att vid konstruktion med varmförzinkat stål kan återanvändningen vara mer omfattande än de uppsatta målen. Återanvändning är ett värdefullt sätt att både leverera anpassningsbara byggnader och minska avfallet.

Europeiska kommissionen har identifierat olika sätt på vilka dessa principer kan implementeras av huvudaktörerna i konstruktionens värdekedja. I följande tabell har huvudprinciperna i den policyn som belyser vikten av hållbarheten hos varmförzinkat stål tydliggjorts.

Höger

**Garage i Moorsport, Leiden**





## Huvudprinciper för hållbarhet och andra aspekter inom 'Cirkulär ekonomi: Principer för byggnadsdesign 2020'

| Målgrupp                                           | Drivkrafter för användning av varmförzinkat stål                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Byggnadsanvändare, anläggningschefer och ägare     | <p><b>Minimera den totala ägandekostnaden över tid</b></p> <p>Ägare och byggnadsanvändare har intresse av övergripande och långsiktiga tidsperspektiv</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Minska den totala kostnaden per kvadratmeter/annan måttangivelse</li> <li>– Använd verktyg för att förbättra byggnadens värde</li> </ul> <p><b>Främja hållbarhet under användningsfasen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ge incitament genom prestationsbaserade kontrakt som främjar en optimal användning av byggnaden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Designerteam (byggnadskonstruktion och arkitektur) | <p><b>Det är viktigt att ha kunskap om principerna gällande cirkulär ekonomi för att utforma byggnader och material</b></p> <p>Arkitekter och designers bör känna till designkrav och strategier, begreppet livscykelbedömning, potentialen att öka innehållet av återvunnet material i produkter, framtida återanvändningspotential (produkt, komponent och byggnad); (framtida) återvinningsbarhet och transformationskapacitet (återanvändningspotential) och möjlig reversibel byggnadsdesign</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uppmuntra designers att anta en livscykelstrategi när de utformar nya byggnader</li> <li>– Använda befintliga guider på DfD/A* samt återkoppling från tidigare projektexempel</li> </ul> <p><b>Arkitekter och designers måste ta hänsyn till hela livscykelkostnaderna och fördelarna</b></p> <p>Hela livscykeln måste ta hänsyn till byggnadens driftskostnader och de potentiella förändringarna i byggnadens användning. De inkluderar miljömässiga och sociala effekter och fördelar, förändringsförmåga, återanvändning och potential för återvinning</p> |
| Entreprenörer och byggherrar                       | <p><b>Använd konstruktionstekniker som främjar byggnadernas hållbarhet och materialens motståndskraft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Simulera olika hållbarhetsscenarier och jämför kostnader</li> <li>– Inkludera de resurser som behövs för motståndskraft mot installationsfel</li> <li>– För att förbättra byggnadens hållbarhet, använd konstruktionstekniker som underlättar underhåll och reparationer av olika delar av byggnader och byggprodukter samt system</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

\*Design för demontering och anpassningsförmåga

| <b>Målgrupp</b>                                     | <b>Drivkrafter för användning av varmförzinkat stål</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tillverkare (av byggprodukter)                      | <p><b>Tänk på den potentiella hållbarhetsnivån för hela byggnadens livscykel baserat på underlag från LCC för produkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Använd livstidskostnader och miljöbedömning integrerad med kompletterande information efter byggnadens livscykel</li> <li>– Använd kvalitativa och resistent produkter för deras miljö- och användningsegenskaper</li> </ul> <p><b>Ekodesignprinciper bör användas och hållbarhet bedömas</b></p> <p>Produktstandarder, om de ännu inte är utvecklade, bör innehålla hållbarhet och ett verifieringssystem för att bekräfta sådan hållbarhet</p> <p><b>Lösningar bör utvecklas för större anpassningsförmåga</b></p> <p>Till exempel i prefabricering och modulära system</p>                                                                                                                                                                                            |
| Investerare, utvecklare och försäkringsleverantörer | <p><b>Förbättrad hållbarhet minskar den finansiella risken</b></p> <p>Betydelsen av hållbarhet för produkter och material bör beaktas i den övergripande strategin för byggnader och produkter, liksom hur detta kan redovisas ekonomiskt på ett lämpligt sätt</p> <p><b>Livscykelkostnad bör främjas när investeringsbeslut förbereds</b></p> <p>De ökade intäcksströmmarna som kan genereras genom reversibel design bör integreras i hela kostnadsberäkningen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ta med framtida risker för svårigheter att dekonstruera byggnader och kostnader för avfallshantering i beräkningarna</li> <li>– Tänk på restvärdet av byggnader för att hjälpa till med besparingar för bolån och penningflöden</li> <li>– Användningen av ISO-standarderna för DfD/A-krediter inom 'Green Public Procurement' och system för hållbar byggnadsklassificering ger ett incitament att beakta i detta skede</li> </ul> |
| Regering / tillsynsmyndigheter / lokala myndigheter | <p><b>Förstärk policyer som främjar återanvändning och högkvalitativ återvinning av byggnader/byggmaterial</b></p> <p>Integrera livscykelstrategier i byggpolitiken</p> <p><b>Ge incitament för utveckling av designprinciper för cirkulära och hållbara byggnader</b></p> <p>Reversibla produkter kan kräva mer resurser i början (till exempel på grund av mer robust design), men gör det möjligt att återställa resurserna och också återanvända produkten i flera livscykler</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |





# DESIGNAD FÖR DEKONSTRUKTION – FRAUNHOFER IWKS



Fraunhofer IWKS (Institute for Material Recycling and Resource Strategies) ligger i framkant i forskningen om ansvarsfull användning av naturresurser – baserat på principen att resurser ska användas men inte konsumeras. Deras fokus är på återvinning av material och återintroduktion av dessa material i nya produktcykler.

Det viktiga arbetet från Fraunhofer IWKS kommer nu att utföras från en ny byggnad i Hanau, Tyskland, som har byggts i enlighet med samma hållbarhetsprinciper. Detta kontor och tekniska centrum rymmer 80 anställda i en 2600 kvm stor byggnad som utformats med korta avstånd för att möjliggöra informell kommunikation.

Ett viktigt mål för byggnaden var den silvercertifiering som ges till federala byggnader som uppnår riktlinjerna för hållbar konstruktion i Tyskland (BNB).

Med design av hammeskrause arkitekten bda, är byggnaden konstruerad av material som är fria från skadliga ämnen och som enkelt kan

separeras och återanvändas eller återvinnas när framtida demontering är nödvändig. I linje med detta valdes varmförzinkat stål i fasaderna på byggnaden. Den varmförzinkade beläggningen kommer att utveckla en mycket stabil yta under kommande årtionden och skapa en estetiskt tilltalande och hållbar lösning.

*”Hållbar byggnation och den modernaste, mest högteknologiska forskningsinfrastrukturen var möjlig att sammanföra. Både ute och inne var hållbarhet och energieffektivitet i byggandet vår högsta prioritet”, säger Andreas Meurer, styrelseledamot i Fraunhofer-Gesellschaft, vid den officiella öppningen av byggnaden och tillade att: ”Fasaden är till exempel klädd med varmförzinkade stålplåtar. Stål är ett viktigt bidrag till nollvisionen gällande avfallshantering. Stålet kan återvinnas helt. Materialcykeln stängs alltså utan kvalitetsförlust.”*

Ovan

**Fraunhofer IWKS bedriver forskning om återvinning och återanvändning av material inom den cirkulära ekonomin**

Vänster

**Fasaden i varmförzinkat stål valdes för att underlätta framtida nedmontering och återanvändning samt för sin naturliga estetik**







# DESIGN FÖR ÅTERBRUK AV VARMFÖRZINKAT STÅL

Varmförzinkade stålbyggnader och konstruktioner kan utformas med maximal flexibilitet och för att säkerställa att byggmaterialet får flera livscykler. Framtida design av stålkonstruktioner kommer att bli mer modulära, använda skruvförband för att underlätta demontering och göra komponenterna mer lämpade för återanvändning. Varmförzinkning skapar mervärde för dessa återanvända komponenter eftersom de inte kräver ytterligare skyddande behandling och är i gott skick vid återanvändningen.

Detta parkeringshus med plats för 450 bilar i Moorsport, Leiden, i Nederländerna, använder varmförzinkat stål för att säkerställa att det lätt kan demonteras och byggas upp på en annan plats om och när stadsutvecklingsplanen kräver det. Med design av Architectenbureau Paul de Ruiter, omfattas hela konstruktionen av varmförzinkade demonterbara pelare, balkar och fasadpaneler i en struktur som är 36,4 meter bred och 80,4 meter lång. Varmförzinkning underlättar också användningen av tunnare profiler som tillåter mer naturligt ljus att komma in i parkeringshuset.

Höger och vänster

**Detta parkeringshus vid Moorsport i Leiden byggdes med varmförzinkat stål för att säkerställa att den lätt kan demonteras och flyttas**





Ett annat exempel på användning av varmförzinkat stål för att skapa en flexibel struktur är denna kombinerade bil- och cykelpark i Frankfurt. Området nära järnvägsstationen är planerat för förnyelse inom 6-7 år men var i behov en kortsiktig lösning för stadstransporter. Strukturen har designats med tanke demontering och använder varmförzinkat stål för att förenkla detta och efterföljande återanvändning.

Industri- och flerbbruksbyggnader med ett plan utnyttjar redan fördelarna med varmförzinkat stål. Framtida optimering av förband och andra designdetaljer kommer att ytterligare förstärka partnerskapet mellan varmförzinkning och stålkonstruktion<sup>8</sup>. Till exempel har användningen av bultade istället för svetsade balkar dubbla fördelar. Dels ökar möjligheten för återanvändning samtidigt som dessa kan doppas i varmförzinkningsbadet del för del, vilket ger möjlighet att arbeta med större konstruktioner.

Översta bilden

**Bultförband underlättar återanvändning och ökar storleken på konstruktionerna som kan varmförzinkas**

Under och till vänster

**Tillfällig bil- och cykelparkering, Frankfurt**



# TÅLIGHETEN HOS VARMFÖRZINKAT STÅL FÖR ÅTERBRUK

Modulära och standardiserade konstruktioner med bultförband möjliggör återanvändning

Det varmförzinkade stålets förmåga att genomleva flera livscykler i en återanvänd konstruktion illustreras av den ökande användningen av tillfälliga parkeringshus. Dessa ger flexibla lösningar som är snabba att konstruera när och där ytterligare parkeringskapacitet behövs.

Tillfälliga parkeringshus kan demonteras och återanvändas, antingen omedelbart eller lagras för framtida bruk. Samma tillvägagångssätt kan också tillämpas på

andra stålkonstruktioner om de också är konstruerade för återanvändning och har fördelen med en tuff, nötningsbeständig och mycket hållbar varmförzinkad beläggning som kommer att åtfölja stålkomponenterna genom deras livscykler.

Exemplet med 100 platser i Stuttgart, i bilden nedan, togs i drift i juli 2018 och demonterades i juni 2019 efter 11 månader i drift. Det tog bara sju dagar att demontera byggnaden. Därefter lagras den inför nästa livsfas på annan plats.

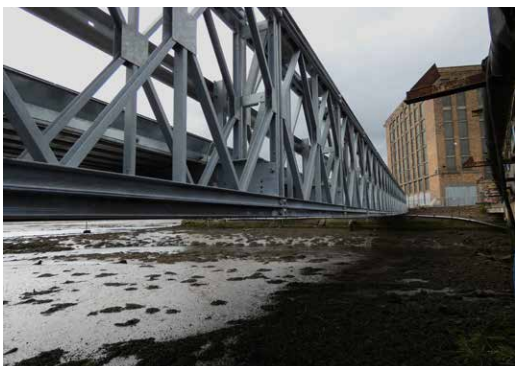
Höger

Tillfälliga parkeringsbyggnader använder modulära och flexibla strukturer i varmförzinkat stål



Seghet och nötningsbeständighet hos varmförzinkat stål har visat sig i en mängd olika applikationer – från byggnadsställningar som återanvänds otaliga gånger till tillfälligt permanenta broar som är utformade för snabb användning i katastrofzoner, men ofta blir en viktig del av den lokala infrastrukturen och utnyttjas under många decennier innan de går vidare till sin nästa placering.

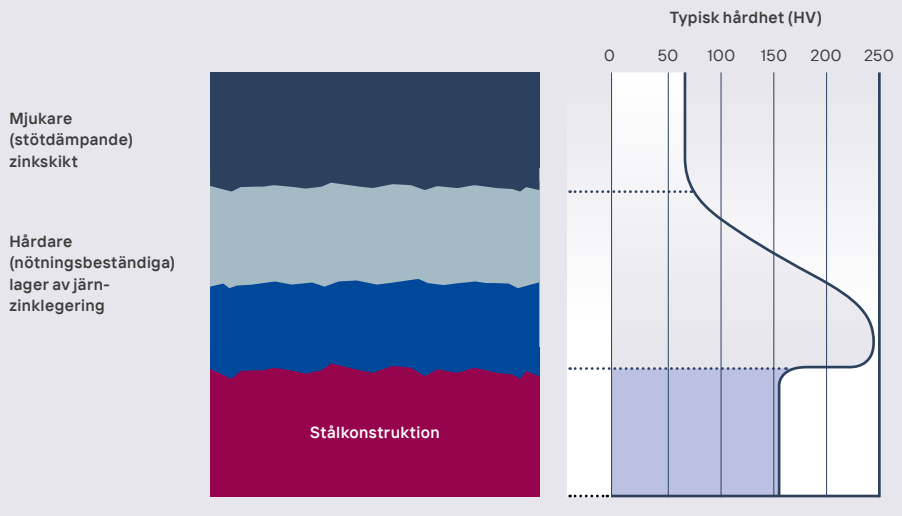
Samma principer och erfarenheter från tillfälliga strukturer och återanvändbara komponenter tillämpas nu på utformningen av mer komplexa strukturer som kräver flexibla lösningar. Allt i enhet med den cirkulära ekonomin.



Ovan

Motståndskraften hos varmförzinkat stål är viktigt vid användningar som exempelvis tillfälligt permanenta broar

## Förklaring till seghet och nötningsbeständighet hos varmförzinkat stål





Varmförzinkat stål är  
lämpligt för många olika  
typer av demonterbara  
och tillfälliga  
konstruktioner

Inför ett 75-årsjubileum i staden Rotterdam fick arkitekterna MVRDV idén att bygga en gigantisk tillfällig trappa för att skapa en unik utsiktspunkt över staden.

Den 29 meter höga trappan i varmförzinkat stål ('De Trap' på holländska) kunde byggas snabbt och senare demonteras för framtida återanvändning. Besökare kunde gå från Stationsplein Groot Handelsgebouw till taket på Groot Handelsgebouw-byggnaden. En biograf samt ett café på taket gav ytterligare ett motiv för besökare att gå alla stegen till toppen.

De Trap är en innovativ konstruktion som utnyttjar den väl beprövade beständigheten hos varmförzinkat stål.







S.V. GRAMSBERGEN

PLUS  
GRAMSBERGEN - BAALDERVELD

REGELING  
SCHRIJVENBOED  
IN AMSTERSING

Van Braak  
Zonweringen

KERKDIJK  
TUINTECHNIEK



# ÅSKÅDARLÄKTARE I GRAMSBERGEN – ÅTERFÖDELSE 40 ÅR SENARE



Återskapa



Återbruka



Bruka

Den befintliga Elascon-läktaren räddades från rivning tack vare en mans entusiasm och beslutsamhet. Sommaren 2011 hörde Harry Haverkotte, tidigare styrelseledamot i SV Gramsbergen, att deras grannar från Hoogeveen skulle flytta till en ny idrottsplats.

Läktarens goda skick fångade hans uppmärksamhet och han köpte den för 7 000 euro, inklusive kostnaden för demontering. Läktaren byggdes ursprungligen 1976. Då la styrelsen för Hoogeveen 139 200 holländska floriner för byggnationen. Om man omvandlar detta till dagens värde är det ungefär 163 000 euro.

Inom två år reste sig den fantastiska, 32 meter långa läktaren ur marken. Sammanlagt kostade lösningen ungefär 35 000 euro, medan en ny byggnad skulle ha kostat åtminstone 200 000 euro. Allt återanvändes, förutom bultar, muttrar och de gamla träskivorna.

Brädorna ersattes av nya säten. Det enda dekorativa måleriarbetet som behövdes göras var på insidan av taket.

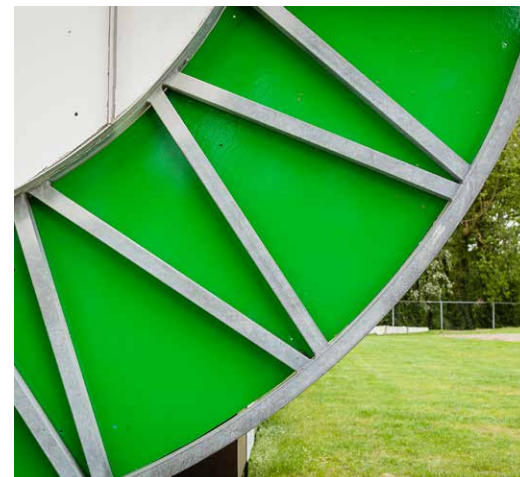
Det varmförzinkade stålets utmärkta tillstånd bekräftades under demonteringen. Den yttre strukturen hade utsatts för väderförhållanden under 40 år, men det varmförzinkade stålet var i perfekt skick och behövde inte omförzinkas. Den återstående varmförzinkade beläggningen är mer än 100 µm tjock och läktaren kommer hålla i många årtionden framåt.

Till vänster

**Den nya åskådarläktaren på SV Gramsbergen hade redan använts under decennier på en annan närliggande klubb**

Till höger

**Efter årtionden av användning var det varmförzinkade stålet redo för direkt återanvändning på den nya platsen**







Till vänster

Den ursprungliga Elascon-läktaren användes av Hoogeveens-klubben sedan byggnationen år 1976



Längst till vänster

När Hoogeveens flyttade till en ny idrottsplats, demonterade SV Gramsbergen läktaren för återanvändning på deras mark

Till vänster

Till och med de mindre förbanden i varmförzinkat stål var i tillräckligt bra skick för att demonteras och återanvändas utan åtgärder



Till vänster

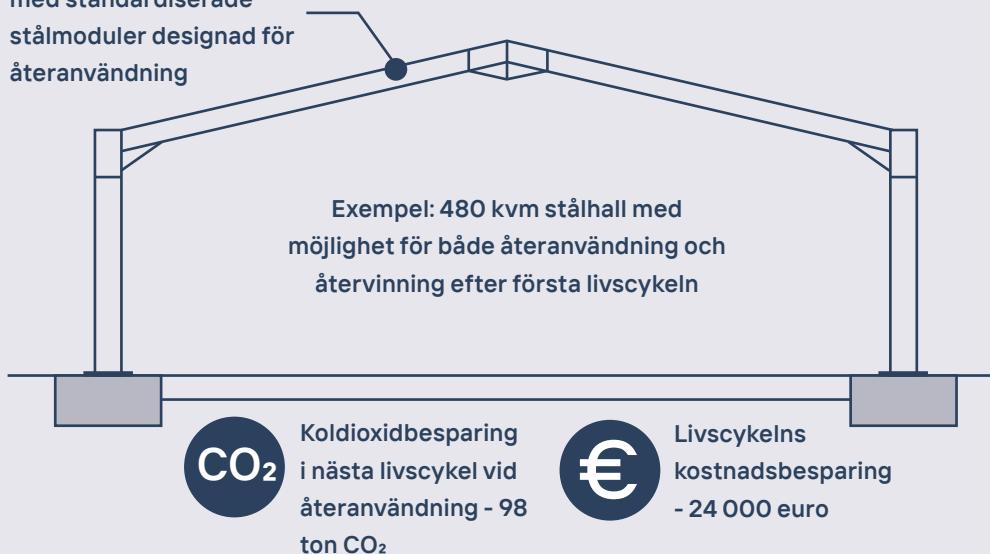
Den rekonstruerade läktaren på SV Gramsbergen är redo för ytterligare en livscykel tack vare sitt varmförzinkade stål som totalt kan bli 100 år

## Bestämmelser för ökad återanvändning av stålkonstruktioner

PROGRESS (Bestämmelser för ökad återanvändning av stålkonstruktioner) var ett EU-RFCS-finansierat projekt med fokus på återanvändning av enplanshus<sup>8</sup>. Studien och dess rekommendationer ger ytterligare drivkraft för den framtida användningen av varmförzinkat stål för att maximera återanvändningsmöjligheterna.

Projektet har gett rekommendationer och praktisk information om tillverkning av enplanshus gjorda av återvunnet stål och om utformningen av byggnader för framtida demontering och återanvändning.

**Portabel hallkonstruktion med standardiserade stålmoduler designad för återanvändning**



Framtida optimering av fästelement och andra designdetaljer kommer att förstärka samarbetet mellan varmförzinkning och stålkonstruktion. Till exempel har användningen av bultförband den dubbla fördelen att öka möjligheterna för återanvändning samtidigt som storleken på konstruktioner som kan varmförzinkas ökar.

*“Varmförzinkat stål är att föredra för konstruktioner med möjlighet för flera monterings- och demonteringscykler”*

Europeiska rekommendationer för återanvändning av stålprodukter i enplanshus

För ytterligare information:  
[www.steelconstruct.com/eu-projects/progress](http://www.steelconstruct.com/eu-projects/progress)



# DURSLEY TREEHOUSE



Återskapa Återbruka

Byggt på en liten tomt i centrum av Dursley, England, var detta hus utformat för att få minimal inverkan på de omgivande träden och för att bevara platsens naturliga miljö. Treehouse väckte stort intresse för sin vackra struktur, dess låga miljöpåverkan och för det romantiska med att bo i ett "trädhush".

Beställaren var noga med att husets inverkan på platsen skulle vara mycket låg och så miljövänlig som möjligt.

Återanvändning av varmförzinkade stålkomponenter var en mycket viktig del av projektet. 76 golvpaneler av stål nät, som redan hade använts i 20 år, återvanns från ett lokalt motortillverkningsföretag – panelerna rengjordes och varmförzinkades sedan för att bilda de viktigaste gångbroarna runt huset.

Räcket till gångarna var ursprungligen av rostfritt stål, men efter noggrann eftertanke och övervägande av kostnader, användes nät för fästängsel för att fylla utrymmet mellan de varmförzinkade stålsektionerna.

Spiraltrappan köptes för mindre än 200 euro från en skrot – efter att ha använts som brandutrymningstrappa i en lokal butik under de senaste 15 åren.

För att fortsätta på temat med återanvändning är golvet på första våningen återvunnet skiffer från en lokal Rolls-Royce-firma och golvet på andra våningen är tillverkat av återvunnet bokträ från ett lokalt gymnasium.

De 27 skyddade träden utgjorde en stor begränsning och avgjorde byggnadens placering på platsen. För att skydda trädrötterna måste marken förbli orörd, därför föreslogs en upphöjd byggnad.

Denna komplexa byggnad har stålpelare (som undviker att skada trädrötterna) istället för betongfundament. Huvudstrukturen i huset är en dubbel ram i trä som sitter på en stålkonstruktion, som i sin tur sitter på pelare som är utformade för att minimera ingrepp i marken. Dessa varmförzinkade pelare av stål är 10 meter långa och är utformade för framtida återanvändning.



Ovan

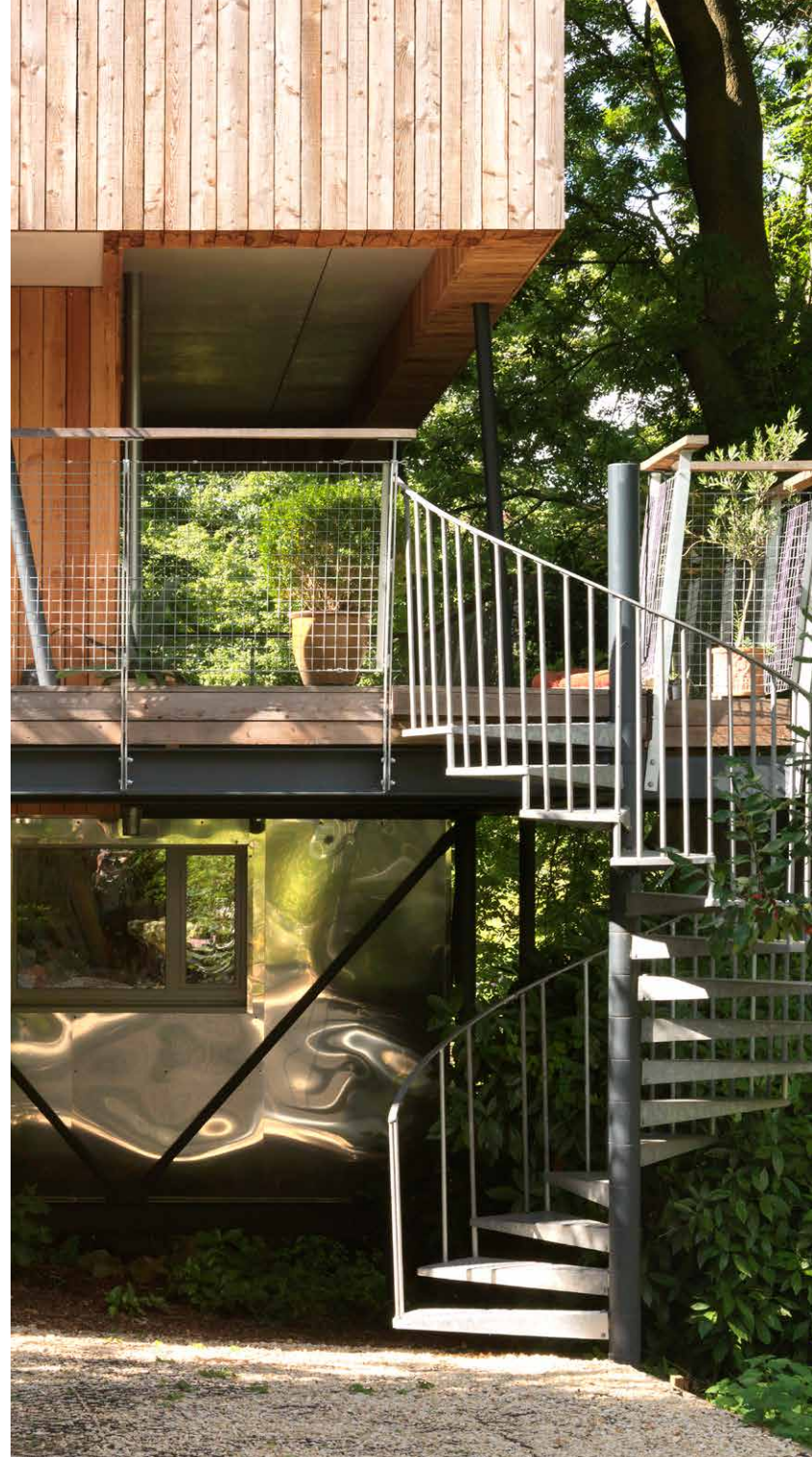
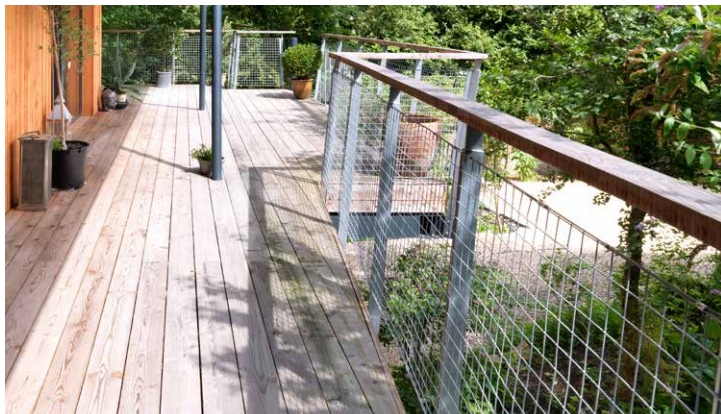
Återanvändning av varmförzinkade stålkomponenter var en viktig del av projektet. Golvpanelerna av stål nät hade redan använts under 20 års tid i en lokal företagsbyggnad



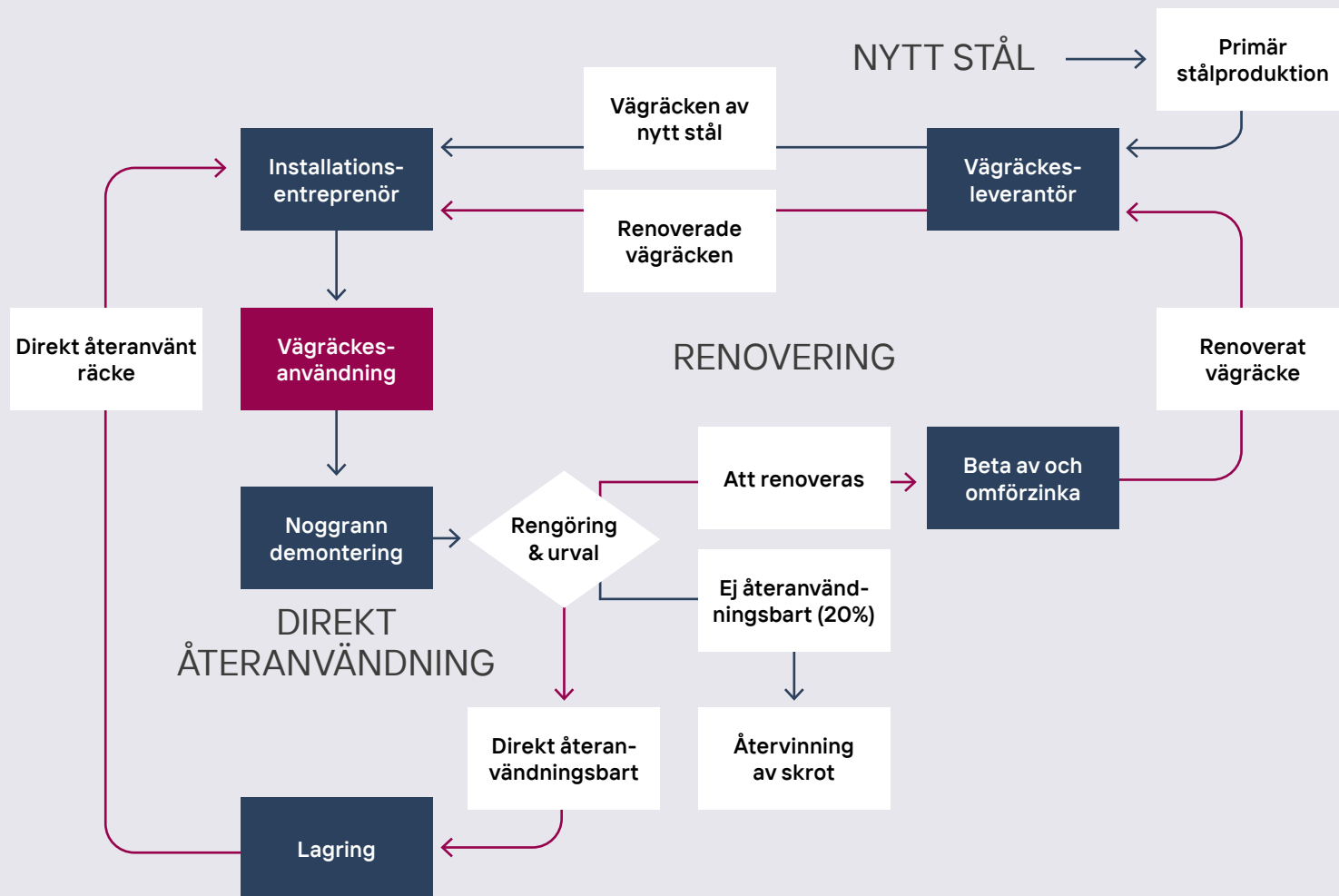
Byggnaden uppnådde 'PassivHaus'-certifiering och följer de strikta kriterierna för energieffektivitet och termisk komfort för att säkerställa att energiåtgången för uppvärmningen är under 15 kWh/m<sup>2</sup> per år. Byggnaden har också termodynamiska solpaneler och egen vattenförsörjning vilket minskar koldioxidavtrycket ytterligare.

Höger

**Spiraltrappan användes tidigare som brandutrymningstrappa i en lokal butik**



## Renoveringskedja för varmförzinkning av vägräcken (Rijkswaterstaat)



# OMFÖRZINKNING AV VARMFÖRZINKAD INFRASTRUKTUR



Vägräcken i varmförzinkat stål kan demonteras för återanvändning eller omförzinkas med upp till 70 % besparing av koldioxidutsläpp

Styckvis varmförzinkat stål används i stor utsträckning i infrastrukturapplikationer för att ge decennier av underhållsfri livslängd. Sökandet efter cirkulära lösningar har inneburit betydande möjligheter för återanvändning av dessa varmförzinkade stålkomponenter som används över hela världen.

Holländska "Myndigheten för Offentliga arbeten och Vattenförvaltning"

(Rijkswaterstaat) tog nyligen ett beslut att arbeta med både (i) direkt återanvändning och (ii) omförzinkning + återanvändning av vägräcken. En undersökning av försörjningskedjan för dessa viktiga produkter i kombination med tillämpningen av cirkulär ekonomi, samtidigt som trafiksäkerheten ska bibehållas, visar att detta är den bästa lösningen<sup>9</sup>.

Ett projekt som både involverade installationsentreprenörer, räckesleverantörer och varmförzinkare och som utfördes med support från specialistkompetens (TwyntaGudde och LBPSight) placerade hela kedjan under "cirkulär ekonomi"-lupp.

Resultatet har redan implementerats i ett valideringsprojekt på holländska vägar.

*"Vi har tillsammans bestämt att det är både tekniskt och ekonomiskt möjligt – tack vare en öppen attityd och entusiasm från alla håll. Renovering av räcken är logiskt men sker inte automatiskt"* säger Henk Senhorst, projektledare från Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstats beslut att gå vidare med återanvändning och omförzinkning drivs av några viktiga utvärderingar. De fann att räckena ofta byts ut på grund av andra skäl till underhåll av vägar men kan ha en återstående livslängd på upp till 24 år kvar. Dessa produkter kan återanvändas direkt i vägsystemet.

Begagnade vägräcken som kräver omförzinkning kan renoveras med betydande fördelar jämfört med helt nyproducerade produkter, vilket ger:

- 40 % minskning av miljökostnader
- 70 % minskning av koldioxidutsläpp
- 10 % minskning av kostnader



## Besparande av koldioxidutsläpp genom omförzinkning och återanvändning

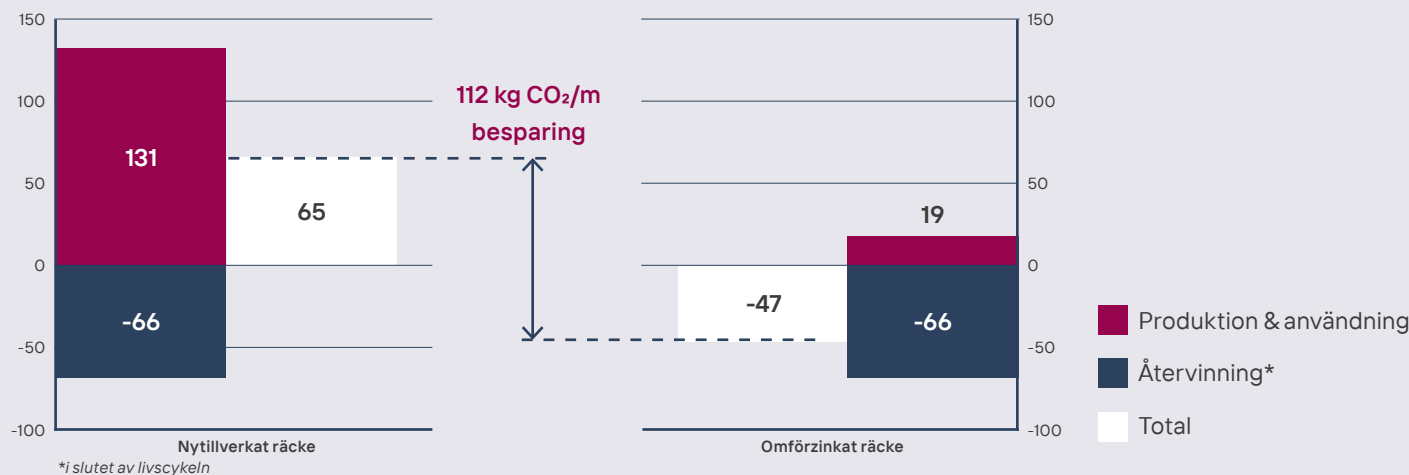
CE Delft undersökte till en början möjligheterna för omförzinkning i Nederländerna 2017<sup>10</sup>. De rapporterade att 350 kilometer vägräcke byttes varje år, varav många var återanvändbara.

Deras studie visade att i genomsnitt 67 % av dessa värdefulla komponenter var lämpliga för återanvändning – vilket är helt möjligt genom rengöring och omförzinkning.

CE Delft beräknade att detta enkla förfarande skulle kunna spara 26 000 ton CO<sub>2</sub>. Detta motsvarar mer än 8,3 miljoner bilkilometer. Detta beror på att för varje meter installerat vägräcke blir det en besparing på 112 kg CO<sub>2</sub> vid användning av omförzinkat räckesmaterial. Det är en besparing som kan ses omedelbart genom att implementera principerna för reparation och återanvändning enligt den cirkulära ekonomin.

### Minskningar av den globala uppvärmningspotentialen genom omförzinkning av begagnade vägräcken

Kg CO<sub>2</sub>/m (data per meter vägräcke)



## Omförzinkning och återanvändning kan också appliceras på komponenter som tidigare inte varit varmförzinkade

Dessa tillfälliga broar målades ursprungligen men har fått ett nytt liv genom varmförzinkning. Ett ytterligare exempel på hur reparation och återanvändning blev möjligt genom varmförzinkning.



Uppe vänster

**Målade brokomponenter vid slutet av livscykeln**

Uppe höger

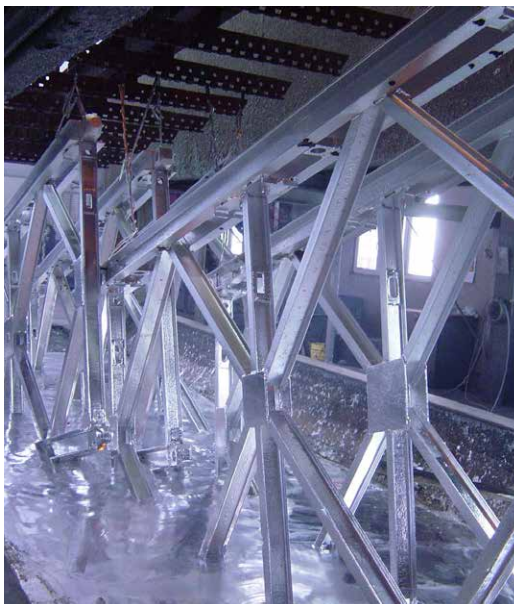
**De använda komponenterna, rengjorda innan varmförzinkning**

Nere vänster

**Omförzinkning av använda komponenter**

Nere höger

**Nytt liv i varmförzinkade broar**



# LEEWARDEN ENERGY KNOWLEDGE CENTRE



Återbruka

Leeuwardens "Kunskapscenter för Energifrågor" är byggt på den tidigare avfallshanteringsplatsen Skinkeskåns, väster om Leeuwarden i Nederländerna. Denna innovativa kontorsbyggnad är en del av ett energikampus och kommer att rymma ett brett utbud av forsknings- och kunskapsinstitutioner inom hållbarhetsområdet. Byggnaden är arkitektoniskt integrerat i landskapet och står på en justerbar grund. Cirkularitet var i fokus vid design- och materialval.

Bart Cilissen från Achterbosch Architects har beskrivit sin inställning till cirkularitet... *"Den huvudsakliga vägledande principen var att använda sunt förnuft och inte fastna i 'träsket' av hållbarhetscertifikat. Fokus låg på rätt val av byggmaterial och dess tillämpningar. Om du gör cirkularitet synligt, kan du beskriva det. Som arkitekter försöker vi tänka cirkulärt så mycket som möjligt i varje projekt. I designfasen måste du också tänka på återanvändning av byggmaterial som har använts tidigare. När byggnaden till slut demonteras kan den varmförzinkade stålkonstruktionen skruvas i sär."*

Arkitekternas förklaring till valet av varmförzinkat stål i hela strukturen låg på dess enkelhet och harmoni med omgivningen...

*"Vi har medvetet valt varmförzinkning istället för pulverlack, så att man håller sig så enkel som möjligt med materialet. Människor är till en början förvånade över att stålet inte är "färgat", men när man berättar historien bakom det förstår de direkt. Jag älskar den grå nyansen som passar perfekt med lamellfasadens åldrande trä. Dessutom hade vi stora diskussioner med invånarna i grannbyn som fruktade att denna byggnad skulle resa sig som ett slags monument på kullen. Därför valde vi en träfasad som åldras med tiden. Det varmförzinkade stålet reflekterar till viss del om det är en ljus eller mörk dag och absorberar omgivningens färg"* säger Bart Cilissen.

Arkitekterna sökte prefabricerade lösningar när det var möjligt. Det varmförzinkade stålet monterades som ett mekano, golvet och fasaderna är fyllda med träpaneler och taket består av perforerade profiler.



Höger

Centret byggdes med cirkularitet i fokus vid design- och materialval

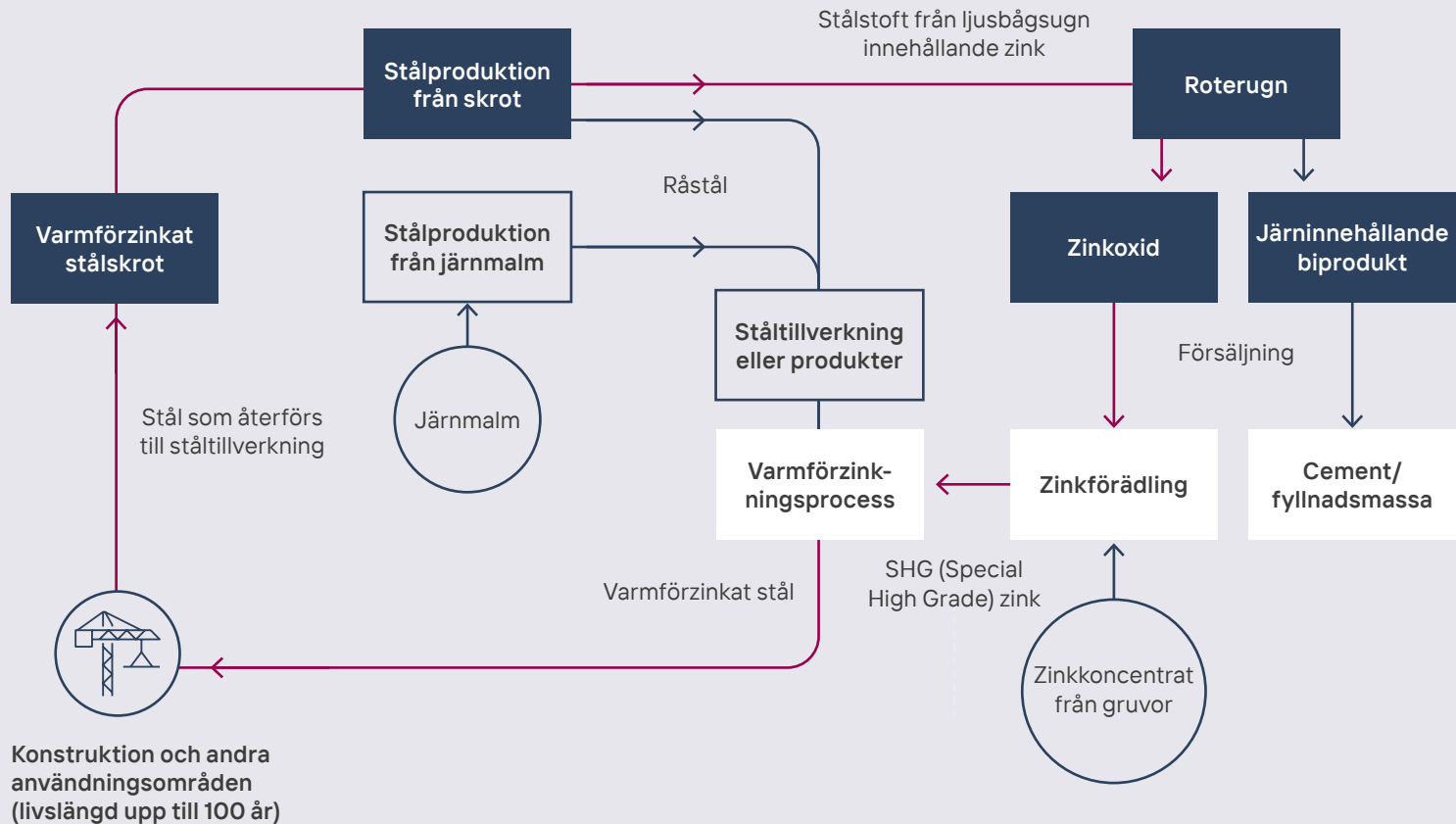


Ett annat mål var att bygga den lättaste möjliga byggnaden. Att bygga på en tidigare soptipp innebar också en speciell utmaning. Avfallet under är täckt med en folie som inte får skadas, alltså var tunga fundament uteslutna.

Byggnaden vilar på plattor i en sandbädd ovanpå folien. De 108 stålpelarna placerades fritt med varje pelare på sin egen betongplatta. För en lätt och cirkulär byggnad var en kombination av stål och trä självklara val. Betong har undvikits i byggnaden.



## Återvinning av zink från varmförzinkat stål, utan förlust av egenskaper, efter många decennier av användning



# ÅTERVINNING AV ZINK FRÅN VARMFÖRZINKAT STÅL

Stål och zink återvinns tillsammans och går enkelt att separera

I slutet av livslängden – och om återanvändning inte är möjlig – kan varmförzinkat stål återvinnas enkelt med annat stålskrot i den elektriska ljusbågsugnen (EAF). Eventuell zink som finns kvar från beläggningen förångas tidigt i stålåtervinningsprocessen och samlas upp med EAF-stoftet som sedan återvinns i specialanläggningar och ofta återgår till zinkproduktion.

Sedan början av 1980-talet har en väletablerad roterugnprocess använts för att bearbeta EAF-stoft som innehåller värdefull zink och andra element. Imponerande 98 % av EAF-stoftet som produceras av Europas ståltillverkare återvinns<sup>1</sup>. Denna process är den vanligaste metoden för att återvinna detta stoft, men andra olika innovativa processer har också dykt upp, inklusive den roterande ugnen samt olika typer av hårdugnar. Den roterande ugnen utformades ursprungligen för bearbetning av lakrester under primär zinkproduktion, men eftersom EAF-stoftet har ganska lika egenskaper som lakresterna är tekniken relativt lätt att anpassa för återvinning. Den första ugnen som användes för återvinning

av EAF-stoft öppnades i Duisburg, Tyskland i början av 1980-talet.

En viktig drivkraft för återvinningen av detta stoft är dess zinkinnehåll. Den bredare användningen av zink för beläggningar på stål, särskilt inom bilsektorn, har ökat zinkhalten i EAF-stoftet till nivåer som gör återvinning ekonomiskt attraktiv. Generellt innebär ett zinkinnehåll > 15% i EAF-stoftet återvinningen ekonomiskt lönsam, och de flesta stoft ligger på denna nivå.

Huvudprodukten för återvinning av EAF-stoft med den roterande ugnen är "zinkoxid". Detta säljs till ett primärt zinkraffineri där det ersätter zinkkoncentrat från gruvproduktion. Zinkraffinaderiet producerar sedan zinktackor (eller andra zinkprodukter med hög renhet) som kan användas direkt i varmförzinkningsprocessen. Denna slinga kan fortsätta oändligt och innebär ingen förlust av zinkens kvalitet.





# HOUSE D6 – HÅLLBARA REVERSIBLA BOSTÄDER



Vänster

**Alla bultförband är reversibelt utformade för att underlätta framtida demontering**

Avsikten med detta hus i Oberberg-regionen i Tyskland var att bygga ett hållbart enfamiljshus som integrerar det omgivande landskapet i rummen och skapar skyddade utomhusytor för de regniga sommarkdagarna som ofta förekommer i regionen. Byggnaden följer det traditionella "långhuskonceptet" med ett huvudrum som tar upp hela dess bredd.

Vardagsrummet mitt i byggnaden når upp tillnocken och bildar det centrala allrummet, från vilket sovrum, badrum och det stora sovrummet på övervåningen nås. En varmförzinkad gång med ett genomskinligt galler förbinder de två oberoende enheterna och leder till det gemensamma galleriet i vardagsrummet. Konstruktionens smala stål- och träskelett är reversibelt förbundet vid alla punkter.

Huvudbalkarna av varmförzinkat stål är bultade till pelarna och har uppgiften att bära de smala träbjälkarna i taket. Detta säkerställer att byggnaden kan demonteras så att den varmförzinkade stålkonstruktionen kan återanvändas i framtiden. Balkarna förblir synliga och skapar en varm atmosfär att vistas i.

Aretz Dürr Architekturs skapar en arkitektur som fokuserar på att uppnå bästa möjliga resultat med ett minimum av resurser. Byggnaden var "Årets hus 2020" i Tyskland.



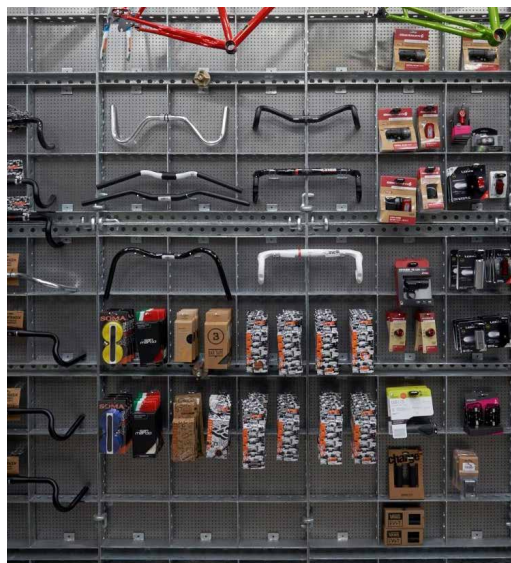
# TÄNK FRAMÅT – ÅTERANVÄNDNING AV VARMFÖRZINKAT STÅL



Varmförzinkade stålkomponenter är standardlösningar i ett brett spektrum av applikationer. I det här innovativa exemplet förutsåg BeL - Sozietät för Architektur en livskraftig nästa användningsfas genom att välja komponenter från ett modulärt varmförzinkat stålsystem som annars skulle användas under en betongkonstruktion.

Genom att anpassa det varmförzinkade stålsystemet till armaturerna, beslagen, hyllorna och mellanväggarna i denna cykelbutik i Köln, garanteras möjligheten att återanvända dessa komponenter när de inte längre behövs i butiken. De varmförzinkade stålkomponenterna kommer säkert att ha ett positivt värde i framtiden och skapar idag en robust och kreativ bakgrund till butiken.

Standardkomponenterna i varmförzinkat stål som används som butksinredning kan senare återanvändas till det som de från början varit avsedda för



Längst till vänster  
**Staub & Teer Cycle Shop, Köln**

Vänster  
Standardiserade komponenter som använts i butiken är redo för andra ändamål



# MINSKADE KOLDIOXIDUTSLÄPP GENOM UNDVIKANDE AV UNDERHÅLL

Bristande uppmärksamhet när det gäller val av korrosionsskydd kan medföra en ekonomisk belastning genom upprepade underhållskostnader som dessutom avsevärt ökar koldioxidavtrycket från byggnader och infrastruktur under hela livscykeln.

Varmförzinkningens förmåga att optimera beständigheten hos stålkonstruktioner och komponenter har viktiga miljö-, ekonomiska och sociala fördelar.

Det är höga ekonomiska och miljömässiga kostnader förknippade med upprepad underhållsmålning av stålkonstruktioner. Dessa belastningar kan minskas avsevärt genom en initial investering i långsiktigt skydd.

Den långsiktiga beständigheten genom varmförzinkning uppnås med relativt låg miljöbelastning när det gäller energi och annan globalt relevant påverkan, särskilt jämfört med värdet på det stål som det skyddar.

Oavsett om det är genom att minska underhållsarbetet eller undvika för tidigt byte

av stålprodukter, kommer varmförzinkning att minska konstruktionens koldioxidutsläpp.

En studie utförd av Institutionen för Miljöskyddsteknologi vid Tekniska universitetet i Berlin innehöll en jämförelse mellan en målad beläggning (EN ISO 12944) och varmförzinkning (EN ISO 1461) för ett parkeringsgarage genom en livscykelbedömning<sup>12</sup>.

Centralt för LCA-jämförelser är den funktionella enheten – dvs referensmängden för jämförelsen. En objektiv jämförelse kan inte göras utan identiska jämförelsevariabler.

Sättet dessa värden definierades på i studien var att de två systemen skulle förhindra korrosion för en stålkonstruktion under 60 år, när de var applicerade på en stålkonstruktion i form av ett parkeringsgarage som hade yta-viktsförhållandet 20 m<sup>2</sup>/ton. Det antogs att konstruktionen utsattes för en medelhög korrosionsnivå (korrosionskategori C3 från ISO 9223).

Varmförzinkningssystemet är en "engångsbehandling" som genom nedsänkning i smält zink ger ett korrosionsförebyggande skikt. Med en beläggningstjocklek som i det här exemplet är 100 µm och med en genomsnittlig korrosionshastighet för kategori C3 på 1 µm/år, överstiger den beräknade livslängden gott och väl de erforderliga 60 åren.

För att garantera korrosionsförebyggande i 60 år med hjälp av färgbeläggningen slipas komponenterna först för att avlägsna rost. Därefter målas de i fabriken med en tre-lager applicering med en total beläggningstjocklek på 240 µm. Därefter behövs underhållsåtgärder på plats efter 20 och 40 år, omfattande rengöring och viss förnyelse av beläggningen.

En sammanfattning av de två systemen visas i figuren i motstående kolumn.

Resultaten representeras av fem olika kategorier av miljöpåverkan, vilka visas i stapeldiagrammet. Resultaten har normaliserats till den största bidragande faktorn (resursförbrukning).

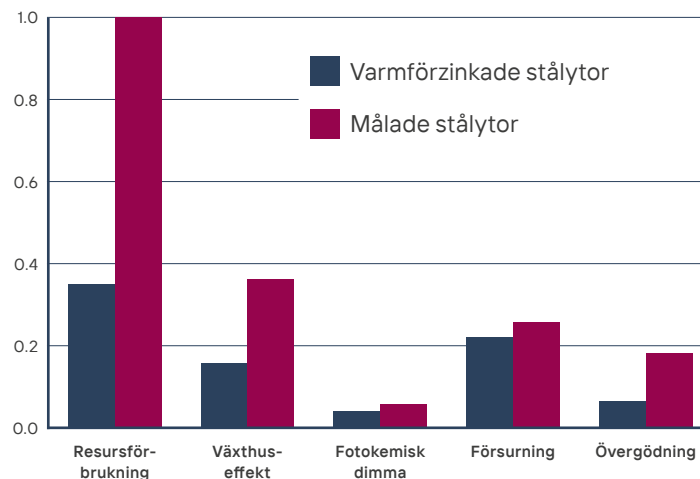
Miljöbelastningen från varmförzinkningssystemet är lägre än för färgsystemet i alla inverkans kategorier. I flera av inverkans kategorierna finns det markanta skillnader. I jämförelse med färg är varmförzinkningens poäng i kategorin eutrofiering bara 18%, i resursförbrukningskategorin är det bara 32% och i förhållande till växthuseffekten är det bara 38%. Varmförzinkning kännetecknas av lägre resursförbrukning och mindre föroreningar under hela dess livslängd.

Studien visar att livscykelbedömning är en meningsfull metod för ekologisk jämförelse av produkter. Det visar tydliga

skillnader mellan två etablerade korrosionsskyddssystem för stålkonstruktioner. Varmförzinkningssystemet har lägre miljöpåverkan för en stålkonstruktion med lång livslängd än ett färgsystem.

Lång livslängd och frihet från underhåll, de välkända fördelarna med varmförzinkning, är grunden för dessa miljöfördelar. I det här exemplet uppnåddes, som visas på motstående sida, en besparing på 57 ton koldioxid under parkeringsgaraget 60 år.

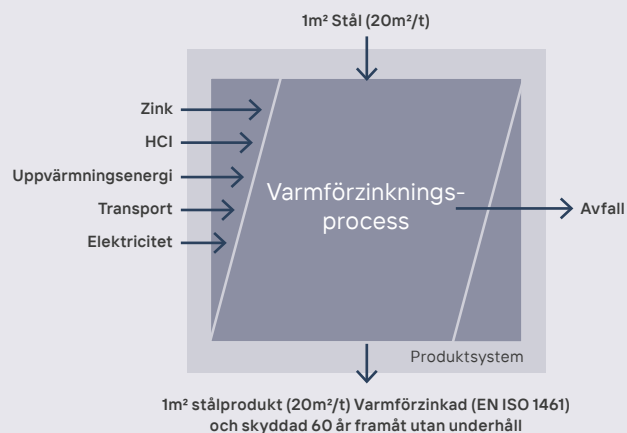
**Jämförelse för ett parkeringsgarage av stål med 60 års livslängd: LCA-resultat normaliserats till den högsta bidragande faktorn**



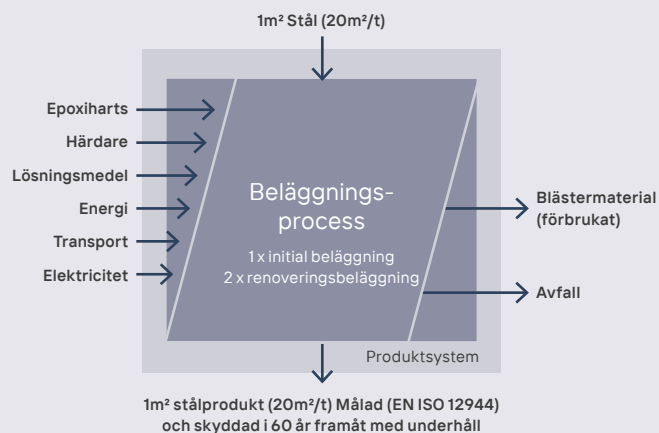
## Jämförelse för ett parkeringsgarage av stål över 60 år: CO<sub>2</sub>-utsläpp

| Livslängd (år) | Varmförzinkad stålkonstruktion (kg CO <sub>2</sub> -ekvivalent) | Målad stålkonstruktion (CO <sub>2</sub> -ekvivalent) | Besparing genom varmförzinkning (kg CO <sub>2</sub> -ekvivalent) |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 60             | 41,500                                                          | 98,600                                               | 57,100                                                           |
| 40             | 41,500                                                          | 71,600                                               | 30,100                                                           |
| 20             | 41,500                                                          | 60,500                                               | 19,000                                                           |

### Varmförzinkat system

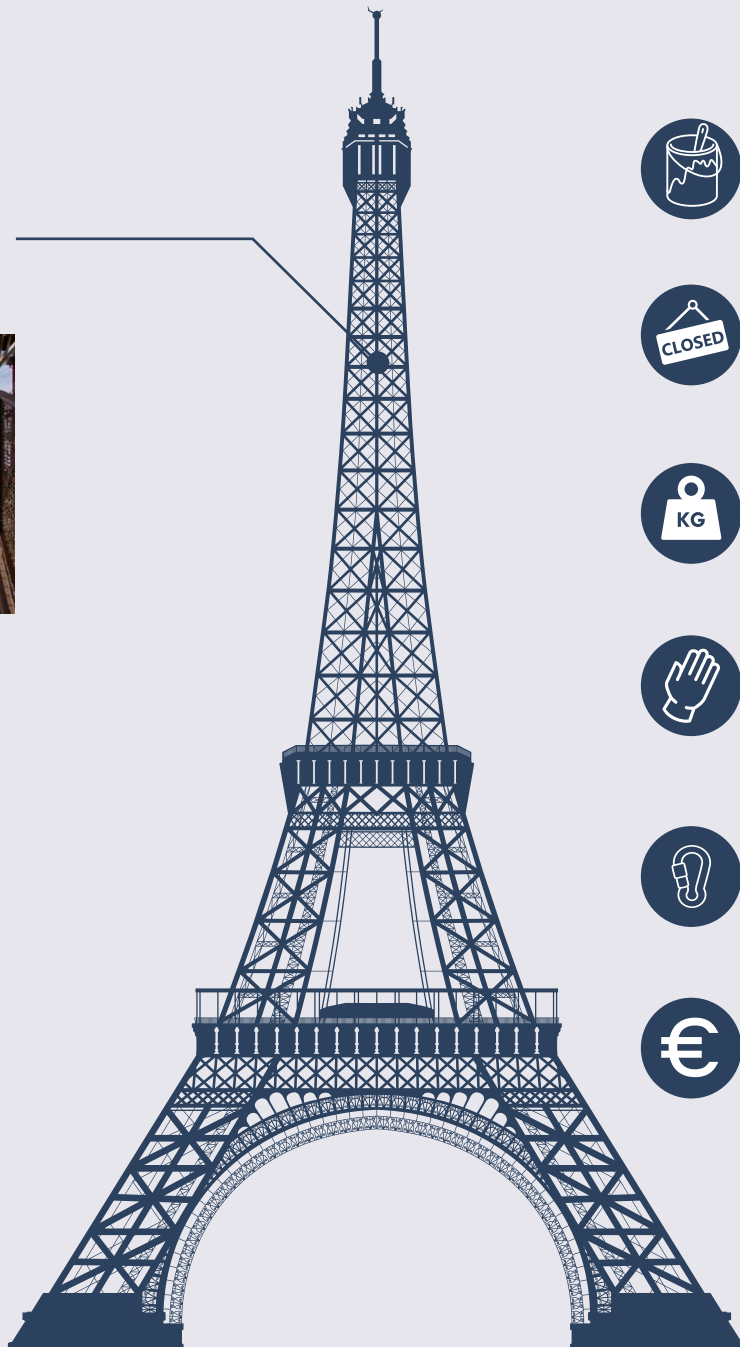


### Målningsystem





De övre delarna av Eiffeltornet målas vart femte år och de nedre delarna vart tionde år



Vid varje ommålning appliceras 60 ton ny färg och 15-20 ton befintlig färg eroderar bort mellan varje ommålning



Avlägsnande av all befintlig färg före ommålning kan inte göras utan långa nedstängningar



Varje ommålning adderar ungefär 40 ton färg vilket gör byggnaden 700 ton tyngre än vad som var avsett från början



25 målare, som bär 1500 uppsättningar av arbetskläder och 1000 par av läderhandskar



Förlitar sig på 50 km säkerhetslinor och 8000 kvadratmeter säkerhetsnät, 1500 penslar och 5000 slipskivor



4 miljoner euro för den senaste ommålningen

# EIFFELTORNET – ETT UNDERHÅLLSARV



Eiffeltornets  
järnkonstruktion  
byggdes 1889 och har  
målots om 19 gånger

När Gustave Eiffel byggde sitt berömda torn 1889 för den internationella utställningen och hundraårsfirandet av den franska revolutionen planerades det att vara en tillfällig konstruktion. Han visste inte då att det fortfarande skulle stå som ett mycket älskat landmärke i Paris över 130 år senare.

Men denna livslängd har varit kostsamt. Eiffeltornets järnkonstruktion har målats om 19 gånger. En underhållsmålningscykel tar 18 månader och kostar 4 miljoner euro<sup>13</sup>. Kostnaderna för ommålning beräknas uppgå till ungefär 14 % av den nuvarande byggnadskostnaden för tornet.

Men resurskostnaderna, riskerna för arbetarnas säkerhet och de strukturella konsekvenserna av denna upprepade målning går obemärkt förbi av de miljoner turister som besöker Eiffeltornet. Med ungefär 40 ton färg som läggs till strukturen vid varje ommålning måste konsekvenserna av denna extra massa så småningom lösas.

Under de senaste målningsprogrammen har det varit nödvändigt att börja ta bort alla 19 tidigare färglager från vissa områden i tornet.

En påminnelse för vissa av dagens konstruktioner som alltför ofta byggs utan beständighet och undvikande av underhåll i åtanke.

# LIVSCYKELHÅLLBARHET HOS VARMFÖRZINKADE BYGGNADER

Livscykelkostnader och miljöpåverkan minskar avsevärt när varmförzinkat stål används i konstruktioner.

Dessa fördelar har kvantifierats i en studie av Federal Highway Research Institute (BAST) i Tyskland som kom fram till slutsatsen att varmförzinkade broar är betydligt mer ekonomiska och miljömässigt fördelaktiga än målade broar när de beaktas under en hel livscykel<sup>14</sup>.

Studien, vid universitetet i Stuttgart och Karlsruhe Institute of Technology, analyserade en bro med en spännvidd på 45 meter som är typisk för motorvägar. Den förväntade livslängden var 100 år. Under denna period skulle den målade bron genomgå fullständigt utbyte av färgbeläggningen vid minst två tillfällen. Den varmförzinkade stålbron kräver inget underhåll.

Ett överraskande resultat av denna studie var den stora minskningen av de indirekta kostnaderna som vanligtvis uppstår när omfattande underhållsaktiviteter krävs.

Dessa indirekta kostnadsfördelar är ännu större än minskningen av direkta livscykelunderhållskostnader.

Livscykelns hållbarhetsfördelar med varmförzinkat stål har demonstrerats i liknande studier, inklusive en värdefull jämförande bedömning av Rossi et al<sup>15</sup> som visade att livscykelns kostnadsfördelar med varmförzinkning uppnås redan efter en kortare tid i drift.

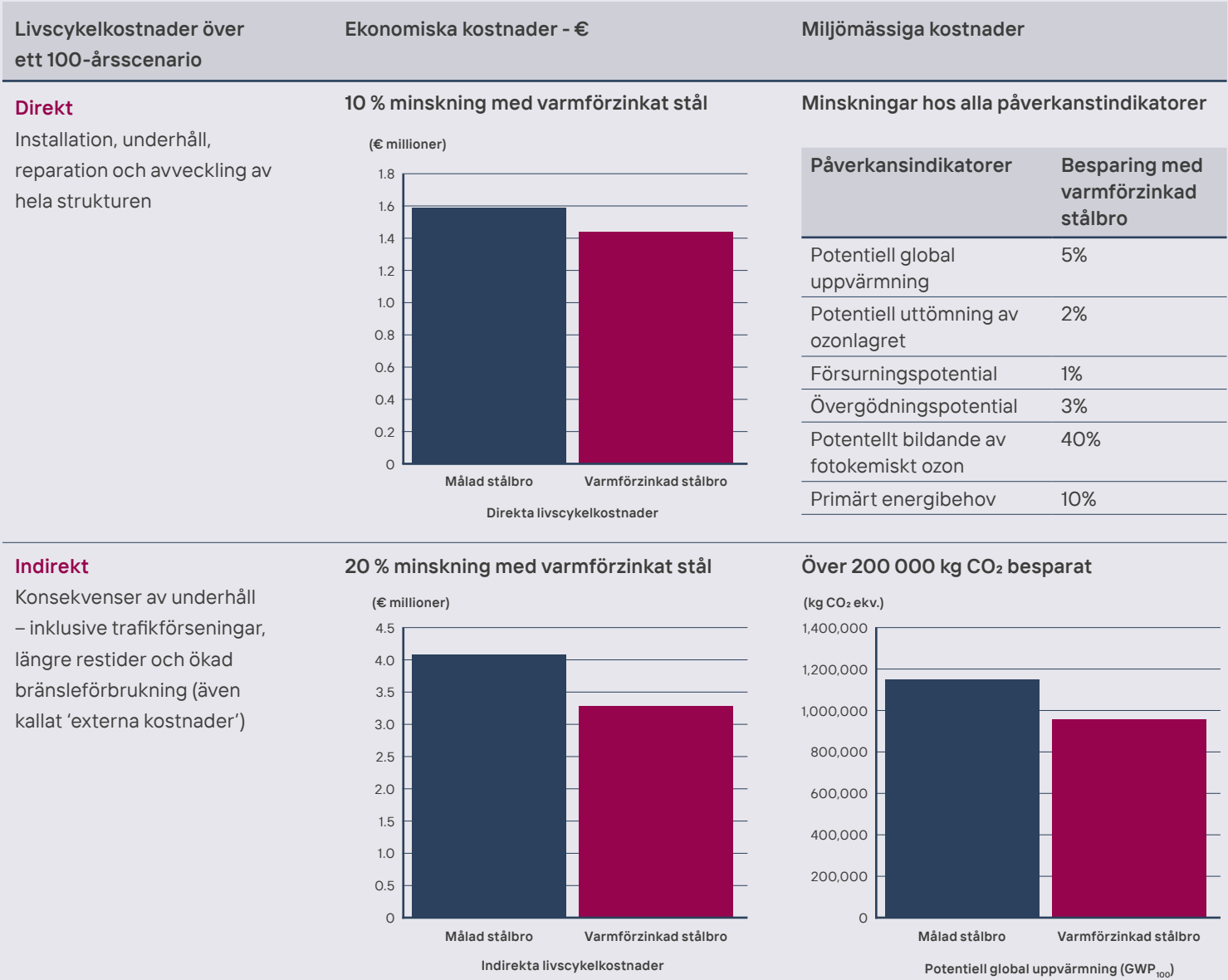
Nedan

**Varmförzinkad bro över Rur,  
Monschau, Tyskland**





# Sammanfattning av BAST-studien om livscykelhållbarhet hos stålbroar



# LYDLINCH-BRON – KONSTRUERAD 1942 OCH I MYCKET BRA SKICK



Redan 1942 övervägde försvarsministeriet översiktsplaner för D-daginvasionen. Var och när landningarna skulle äga rum var högst hemliga, men invasionens snabba förflyttning till sydkustens hamnar var en gemensam faktor för alla alternativ.

En sådan väg som A357 genom Dorset, behövde förbättras vid Lydlinch. Den pittoreska smala stenbron över floden Lyden tålde inte vikten av riktigt tunga tanks. 1942 uppförde kanadensiska arméingenjörer en tillfällig Callender-Hamilton-bro i varmförzinkat stål bredvid den äldre stenbron. Tanks och tung utrustning leddes över den varmförzinkade bron på väg till Europa.

Bron var inte avsedd att vara en permanent konstruktion men har fortsatt att användas efter att ha överlämnats till lokala myndigheter i Dorset. Sedan dess har vägens östgående trafik transporterats över bron.

Bron har bara genomgått mindre förändringar i sin ursprungliga design sedan den uppfördes. Reparationer av trädetaljer utfördes 1985 och 2009. Det enda arbetet av strukturell betydelse var att stärka bron 1996 så att den uppfyllde nya standarder för transport av 40 tons lastbilar.

Vid den tiden sa Ted Taylor, Dorsets brochef och ingenjör, *"Vi har inte haft några verkliga problem med att se till att denna 'tillfälliga bro' lever upp till den nya standarden och bron var i anmärkningsvärt god form"*.

Förstärkningen bestod av bultning av 'T'-sektioner till befintliga tvärgående däckbalkar och tillägg av några längsgående balkar. De två viktigaste bärande delarna lämnades som de varit sedan 1942. Några få brosektioner där mycket skärning och bearbetning genomförts skickades på omförzinkning.

Bron inspekterades 2014 och var i mycket gott skick.



Komponenterna som inspekterades inkluderade huvudstativdiagonalerna, fogplattorna och några skruvskallar. Genomsnittliga beläggningstjocklekar på de diagonala fackverken varierade från 126  $\mu\text{m}$  till 167  $\mu\text{m}$ . På plattsektionerna var medeltjockleken 131  $\mu\text{m}$  till 136  $\mu\text{m}$ . På bultskallarna varierade den genomsnittliga beläggningstjockleken från 55  $\mu\text{m}$  till 91  $\mu\text{m}$ .

Efter att ha börjat livet som en tillfällig konstruktion är Callender-Hamilton-bron vid Lydlinch fortfarande i gott skick 78 år efter att den först uppfördes, och den förväntade livslängden överstiger gott och väl 100 år.





# JÄRNVÄGSBYGGNAD I BAYERN – 120 ÅRS LIV OCH FORTFARANDE STARKT



I juni 1898 beställde Kungliga Bayerska Statsjärnvägarna järnvägssträckan Mering till Schondorf tillsammans med stationen i St. Ottilien. Sträckan utgör en del av Ammersee-järnvägen. Stationsbyggnaden var en liten stuga i varmförzinkad, korrugerad plåt som fungerade både som biljettkontor och personalrum.

Med byggandet av en ny stationsbyggnad 1914 blev den lilla stugan i stort sett överflödigt och 1925 övergavs den, omgiven av skogsmark, vid kanten av en äng, där den användes som

skydd för en vattenpump fram till 1980-talet. 2001 återställdes stugan av munkarna i St. Ottilien Archabbey. Restaureringen bestod huvudsakligen av rengöring av den varmförzinkade plåten och stugan är nu åter på plats vid St. Ottiliens tågstation, nära plattformen.

Efter 120 års tjänst är merparten av de varmförzinkade korrugerade plåtarna till stor del intakta - vilket ger obestridda bevis på varmförzinkat ståls livslängd och flexibilitet i konstruktioner.



Vänster

**Vid inspektion 2016 visade  
fortfarande många av de  
varmförzinkade stålplåtarna  
sitt typiska "rosmönster" och  
beläggningstjockleken mättes till >  
90 mikrometer**

# HUR VARMFÖRZINKNING SKYDDAR STÅL



Ovan överst

**Nedsänkning i smält zink ger fullständig täckning av den varmförzinkade beläggningen**

Ovan under

**Varmförzinkade brobalkar väntar på att levereras**

Styckvis varmförzinkning enligt EN ISO 1461<sup>16</sup> är ett korrosionsskyddssystem för stål, i vilket stålet beläggs med zink för att förhindra att det rostar. Det är en enkel men mycket effektiv process där rengjorda järn- eller stålkomponenter doppas i smält zink (som vanligtvis ligger runt 450°C). En serie järn-zinklegeringsskikt bildas genom en metallurgisk reaktion mellan järn och zink - vilket skapar en stark bindning mellan stålet och dess skyddande skikt.

En typisk dopptid är ungefär fyra till fem minuter, men det kan vara längre för tunga föremål eller där det krävs att zinken kommer in i inre hålrum. Vid upptagning från varmförzinkningsbadet fastnar ett lager av smält zink ovanpå legeringsskiktet. Ofta svalnar detta relativt snabbt och ger det ljusa glänsande utseendet som vanligtvis förknippas med varmförzinkade stålprodukter.

I verkligheten finns det ingen avgränsning mellan stål och zink, utan en gradvis övergång genom serien av legeringsskikt som ger den metallurgiska bindningen. Förhållanden i

varmförzinkningsanläggningen som temperatur, fuktighet och luftkvalitet påverkar inte den varmförzinkade beläggningens kvalitet.

En av zinkens viktigaste egenskaper är dess förmåga att skydda stål mot korrosion. Stålets livslängd och beständighet förbättras avsevärt när det täcks med zink. Inget annat material kan ge ett så effektivt och kostnadseffektivt skydd för stål.

När den lämnas oskyddad korroderar stål i nästan alla exponerade miljöer. Varmförzinkade beläggningar stoppar korrosion av stål på två sätt – som en fysisk barriär och som ett elektrokemiskt skydd. Beläggningen ger en kontinuerlig, ogenomtränglig metallbarriär som inte tillåter fukt och syre att nå stålet. Beläggningen reagerar med atmosfären och bildar en kompakt, vidhäftande patina som är olöslig i regnvatten.

Typiska beläggningstjocklekar kan variera från 45 µm till över 200 µm. Forskning under många år har visat att livslängden för detta barriärskydd är proportionell mot zinkbeläggningens tjocklek.

Med andra ord kommer en fördubbling av beläggningstjockleken att fördubbla beläggningens livslängd.

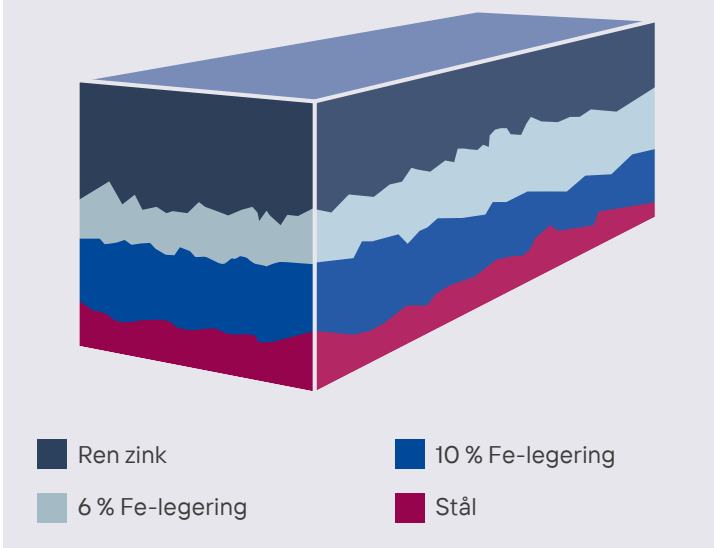
Zink skyddar också stål galvaniskt. När en obelagd yta hos en varmförzinkad stålprodukt utsätts för fukt, t.ex. i ett skadat område, bildas en galvanisk cell. Zinken runt skadepunkten korroderar före stålet och bildar korrosionsprodukter som fälls ut på stålytan och skyddar den. Det blir ingen korrosion i sidled vid en skada.

Legeringsskiktets hårdhet är ofta betydligt högre än det underliggande stålet. Därför erbjuder varmförzinkning unikt skydd mot mekanisk påverkan. Varmförzinkning är 20 gånger hårdare, 10 gånger mer motståndskraftig mot nötning, 8 gånger mer slagtålig och har upp till 4 gånger högre vidhäftningshållfasthet än ett typiskt färgsystem<sup>17</sup>. Stålkomponenter kan rosta vid kanterna när de är målade eller tillverkade av stålplåt som har förzinkats innan den skärs eller formas. Detta är inte fallet för styckvis förzinkat stål. Varmförzinkning ger fullständig täckning och optimalt kantskydd eftersom beläggningen normalt blir tjockare i hörn och kanter.

Varmförzinkning ger utmärkt kemisk och termisk beständighet. En viktig faktor som påverkar korrosionsbeteendet hos zinkbeläggningar i vätskor är pH-värdet. Zinkbeläggningar visar stabilt beteende i lösningar med ett pH över 5,5 och under 12,5. Inom detta område bildas ett skyddande skikt på zinkytan så att korrosionshastigheten blir mycket låg. Dess värmebeständighet är också utmärkt. Varmförzinkade stålkonstruktioner, såsom skidliftar, i alpregioner och i forskningsstationerna i Antarktis är exempel på dess prestanda i extremt låga temperaturer.

Genom att doppa stål i smält zink skyddas även svåråtkomliga områden mot korrosion. Varmförzinkning skyddar ihålligt gods både

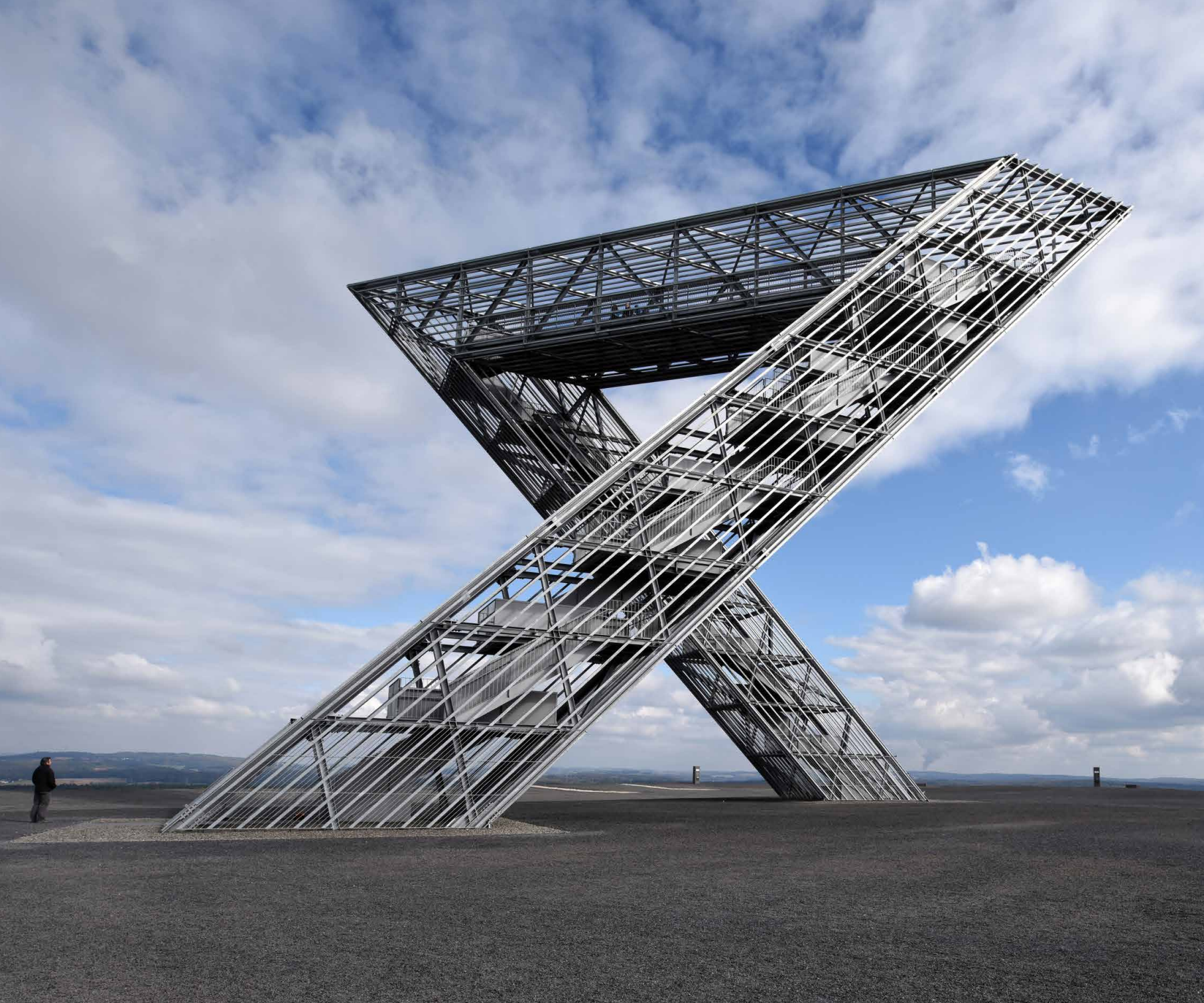
### Schematiskt tvärsnitt genom en typisk varmförzinkad beläggning



på insidan och utsidan.

Varmförzinkning förbättrar också brandmotståndet hos en del stålkonstruktioner<sup>18</sup>. Denna förbättring av brandmotståndet baseras på den minskade emissionen hos varmförzinkade stålytor jämfört med obelagda stålytor. Emissionen är ett mått på hur mycket ett material utbyter värmestrålning med sin miljö. Speciellt i den inledande fasen av en brand leder en låg emissionsnivå till en betydligt fördröjd uppvärmning av konstruktionen. Denna egenskap, i kombination med annan brandskyddsteknik, kan ofta ge en nödvändig brandmotståndstid så att överdimensionering av stålbalkar och pelare eller andra brandskyddsmetoder som förbrukar både energi och resurser undviks.









# GARSINGTON OPERA – DEMONTERBAR PAVILJONG



Garsington Operas flytt till Wormsley, en frodig engelsk pastoral egendom mellan London och Oxford, har inneburit en väsentlig uppgradering av anläggningen i linje med förväntningarna från dagens operabesökare. Den nya paviljongen erbjuder enastående akustik och en perfekt miljö för att uppleva operaföreställningar av högsta kvalitet. Sommarpaviljongen med 600 platser är konstruerad för att årligen demonteras på 3-4 veckor och lämnar inget permanent spår när den tas bort.

Paviljongen konstruerades med hjälp av prefabriceringstekniker som minimerade materialavfallet, säkerställde ett konsekvent utförande, minskade konstruktionstiden på plats och gjorde det möjligt att montera samt demontera den varmförzinkade stålbyggnaden så snabbt och ekonomiskt som möjligt.

Hela stålkonstruktionen var prefabricerad och varmförzinkad, vilket gav en underhållsfri, korrosionsbeständig yta.

Den varmförzinkade beläggningen valdes för sitt långvariga skydd – Garsington har 15 års hyresavtal på platsen och byggnaden har utformats för en livslängd på åtminstone denna period – och för sin beständighet, en nyckelaspekt med tanke på att byggnaden är konstruerad för att årligen installeras och demonteras. De långsiktiga miljöaspekterna av en underhållsfri beläggning var också av yttersta vikt för designteamet.

Innovativ akustiskforskning möjliggjorde användningen av en smäcker konstruktion av förzinkat stål och tyg, vilket normalt inte är förknippat med konstruktion av auditorium – allt kan uppföras och demonteras upprepade gånger utan att komponenterna skadas.



Ovan

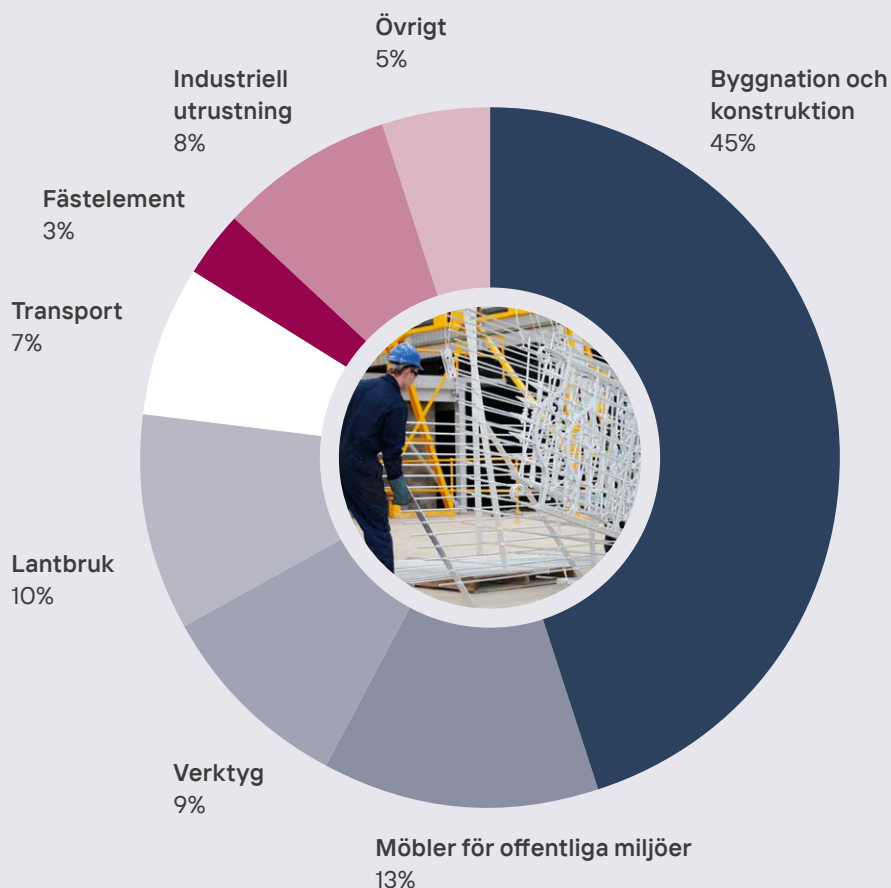
**Varmförzinkat stål underlättar årlig uppbyggnad och demontering av paviljongen**

Höger

**I operapaviljongen anordnas tillställningar varje sommar**



Styckvis förzinkning enligt EN ISO 1461 används i stor utsträckning inom konstruktion, infrastruktur och tillverkning



Source: EGGA

# 1836

Första industriella patentet för varmförzinkningsprocessen

# ~22,500

Direktanställda personer

# 8 miljoner

Ton av stålprodukter som skyddas årligen

# 700

Varmförzinkningsanläggningar som håller industrin lokalt närvarande i Europa



Främst små och medelstora företag som ger lokal sysselsättning och socialt värde



Kan appliceras på allt från små fästelement till stora, över 20 meter långa balkar

# VARMFÖRZINKNINGSINDUSTRIN

Europas styckvisa förzinkningsindustri är praktiskt lokaliserad över hela kontinenten, vilket säkerställer att varmförzinkningskapaciteten är lokalt tillgänglig för tillverknings- och byggindustrin. Stålet behöver inte transporteras långa avstånd för att nå en närliggande varmförzinkningsanläggning, vilket håller transportkostnaderna och miljöpåverkan så låga som möjligt.

Varje anläggning är konfigurerad för att passa efterfrågan hos olika typer av produkter och för att återspegla den lokala efterfrågan. Mindre anläggningar specialiserar sig på lättare komponenter medan större stålkonstruktioner tas omhand av större anläggningar. Denna naturliga utveckling av industrin har skapat en mycket effektiv och konkurrenskraftig sektor.

Varmförzinkning används i en mängd olika användningsområden. Även om byggsektorn skapar den högsta efterfrågan finns det viktiga användningsområden för styckeförzinkat stål inom förnybar energi, transport,

jordbruk, verktyg och en rad industriella tekniska applikationer. Där stål används följer varmförzinkning med.

Majoriteten av företagen i varmförzinkningsindustrin är små och medelstora företag som ofta är familjeföretag sedan lång tid tillbaka.

Anläggningarna har en viktig roll i lokal sysselsättning och ekonomisk utveckling i sina regioner. Det uppskattas att den europeiska styckvisa förzinkningsindustrin sysselsätter cirka 22 500 personer och har ett ekonomiskt värde på 3 200 miljoner euro.

Varmförzinkning utförs alltid i en industrianläggning som innehåller alla steg i processen. Stål kommer in i ena änden av anläggningen och den färdiga varmförzinkade produkten går ut i den andra.

Huvudråvaran, zink, används mycket effektivt i varmförzinkningsprocessen. Doppningen säkerställer att allt zink som inte appliceras

på stålet kvarstår i varmförzinkningsbadet. Zink som oxiderar på badets yta (kallas "aska") avlägsnas och återvinns lätt (ibland direkt i anläggningen). Dross, partiklar som bildas i badet, avlägsnas regelbundet och har också ett högt marknadsvärde för återvinning.

Energi krävs för att värma varmförzinkningsbadet och levereras vanligtvis i form naturgas eller i vissa fall elkraft. Även om varmförzinkningsindustrin inte anses vara en av de mest energiintensiva sektorerna inom industrin, har den gjort stora ansträngningar för att hantera sin energianvändning effektivt. I vissa länder har varmförzinkningsindustrin satt upp mål för energieffektivitet och uppmuntrat förbättrad energihantering och ny teknik för att uppnå dessa mål. Exempel på dessa framsteg är:

- Införande av solenergi för anläggningens energibehov
- förbättrad brännarteknologi för ökad energieffektivitet
- effektivare lock till processbaden (används under underhålls- och/eller stilleståndstid)
- ökad användning av spillvärme för uppvärmning av förbehandlingsbaden
- elektrisk kraft för transport och lyft på plats

Utsläppen inom anläggningen kontrolleras noggrant för att undvika störningar eller problem i det närliggande området. Varmförzinkningsanläggningar regleras enligt EU:s direktiv om industriella utsläpp<sup>19</sup> och ett referensdokument (BREF)<sup>20</sup> för varmförzinkning uppmuntrar till gemensamma kontrollnivåer i hela Europa.

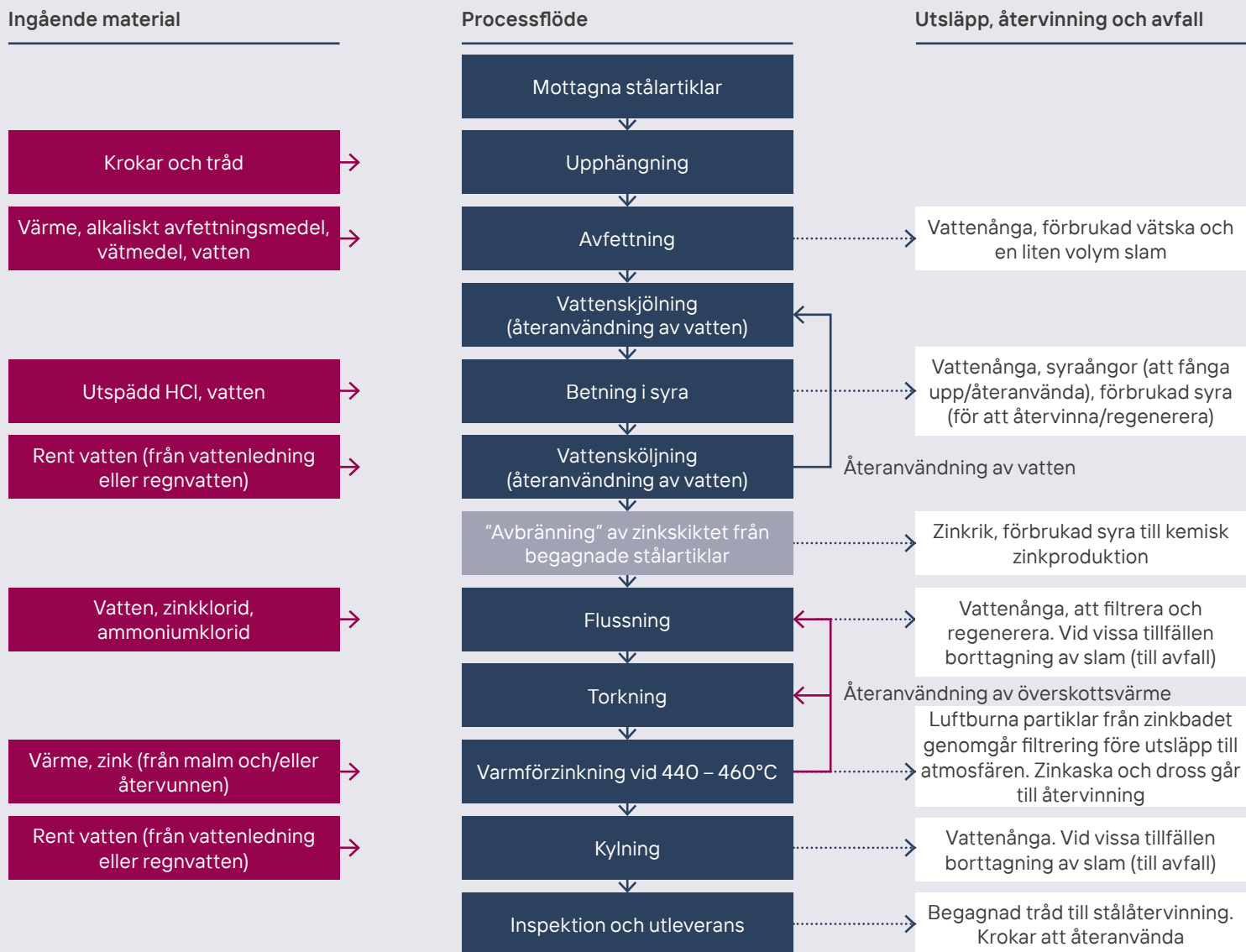
Förbehandlingsstegen i processen syftar främst till att rengöra stålartiklarna. Processförbrukningsmaterial, såsom saltsyra och flusslösningar, har alla viktiga återvinnings- och/eller regenereringsvägar. Till exempel:

- förbrukade saltsyralösningar används för att framställa järnklorid för användning vid behandling av kommunalt avloppsvatten
- förbättrad övervakning och underhåll av flussbadet innebär att detta sällan kasseras till avfall och att endast små slamvolymen kräver periodiskt bortskaffande. Återvinning med ett slutet flöde används i många anläggningar
- sura avfettningsmedel som är verksamma i rumstemperatur har utvecklats

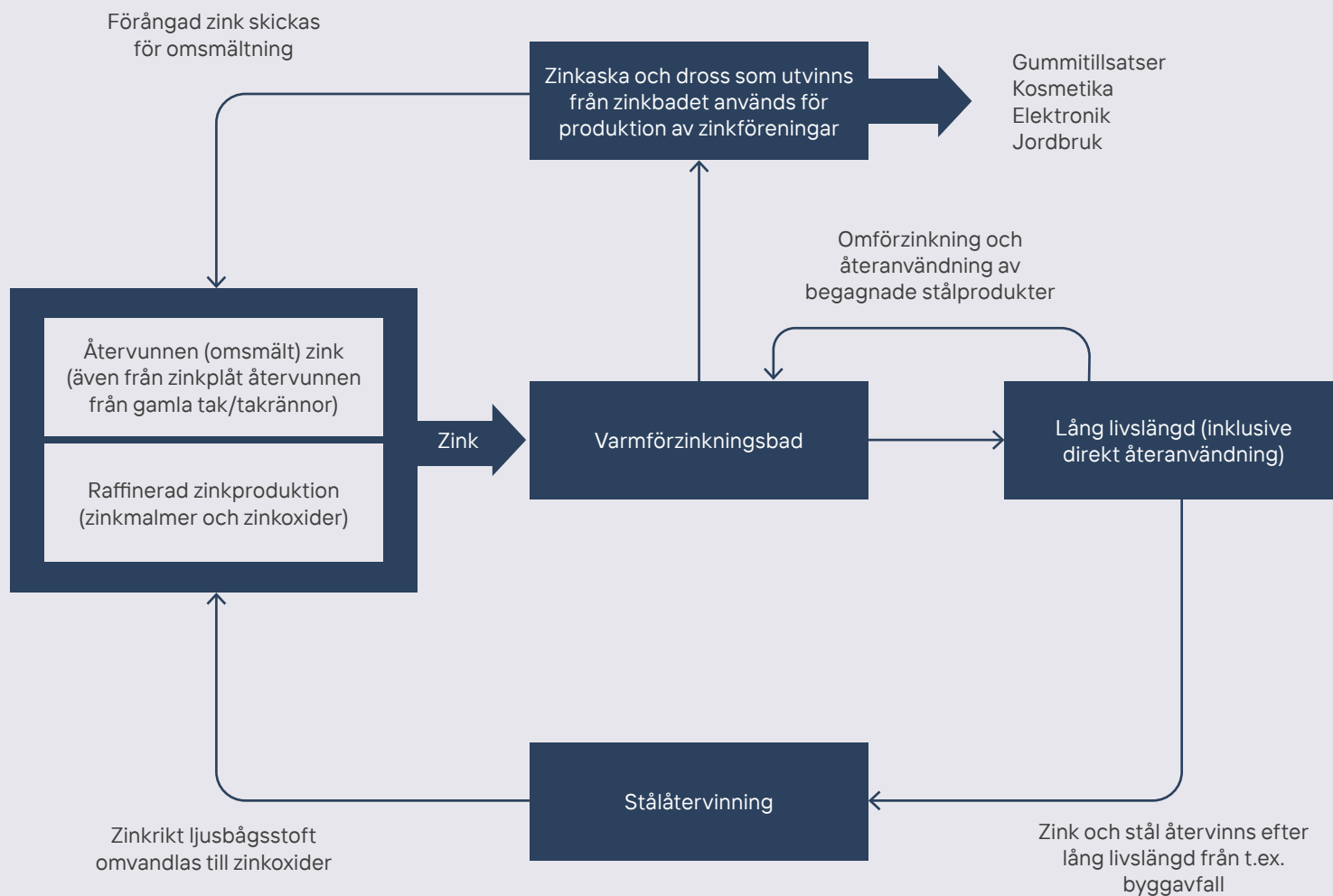
Varmförzinkningsanläggningar använder relativt låga volymer vatten jämfört med andra beläggningstekniker. Det är faktiskt mycket sällsynt att en varmförzinkningsanläggning släpper ut avloppsvatten. Allt vatten som genereras kan återföras till processen, med endast låga volymer stabila fasta ämnen som skickas för extern avfallshantering. I vissa fall har det varit möjligt för varmförzinkningsanläggningar att eliminera användningen av kommunalt vatten genom att ta vara på regnvatten som faller på platsen.



## Varmförzinkningsprocessen: ingående material, utsläpp, avfall och återvinningsflöden



## Flöden av återvunnen zink inom varmförzinkningsprocessen och efter årtionden i bruk



## Fakta om zink

Världen är naturligt rik på zink och metallen har en mogen och ekonomiskt attraktiv återvinningscykel.



7 miljoner ton zink  
återvinns varje år



1,900 miljoner ton kända  
resurser



0,5 miljoner ton zink  
som används i styckvis  
varmförzinkning skyddar  
8 miljoner ton stål i Europa  
varje år



12 miljoner ton zink årligen  
från gruvproduktion



Ett av de vanligaste  
elementen i jordskorpan



19 miljoner ton zink i alla  
användningsområden varje år

Källa: International  
Zinc Association;  
USA: s geologiska  
undersökning;  
EGGA



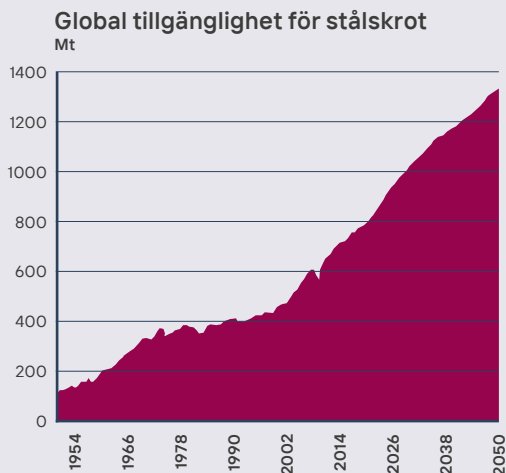


## Dekarbonisering av stålproduktion

Ståltillverkare sätter upp ambitiösa mål för CO<sub>2</sub>-minskning och investerar i transformationsprojekt. World Steel Association sammanför världens ledande ståltillverkare och förespråkar en 3-spårig strategi som inte bara kommer att minska koldioxidutsläppen utan också kommer att bidra till att skapa en mer hållbar drift av den globala ekonomin:

### Spår 1 – Minska påverkan

*Förbättra den operativa effektiviteten* – genom en 4-stegs effektivitetsgranskningsprocess.



*Maximera skrotanvändning* – stål är redan världens mest återvunna material och global skrottpåverkan förväntas nå en miljard ton år 2030, vilket leder till ytterligare minskningar av koldioxid per ton producerat stål.

*Banbrytande teknik* – för att revolutionera ståltillverkningen genom att använda väte för att ersätta fossila bränslen och kolavskiljning samt lagring för att förhindra utsläpp.

### Spår 2 – Avancerade stålprodukter för att möjliggöra samhällsomvandling

Stål ger ett stort bidrag till minskade utsläpp i andra sektorer – inom transport, förnybar energi och byggnader med nollvision gällande energiåtgång.

### Spår 3 – Främja materialeffektivitet genom cirkulär ekonomi

Stålintustrin arbetar med sina kunder för att uppmuntra en hel livscykelstrategi för stålprodukter och deras utformning och materialval.

För mer information: [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)

# MILJÖVARUDEKLARATION

Miljödata för styckvis varmförzinkning är tillgänglig för användare och beslutsfattare

Life Cycle Inventory (LCI)-data är ett viktigt verktyg för en detaljerad studie av livscykelns miljöpåverkan från produkter och tjänster. LCI-data är dock inte lätta för produktanvändare att tolka och det är nu allt vanligare att kommunicera miljöprestanda med hjälp av en miljövarudeklaration (EPD).

EGGA har genomfört en Europaomfattande LCI-studie av en typisk varmförzinkad stålprodukt. Det slutliga resultatet av det arbetet var en livscykelinventering för den styckvisa förzinkningsprocessen, baserad på data enligt ISO 14040/14044<sup>21</sup> som lämnats av medlemmar i EGGA:s landsorganisationer från deras egen produktion. Genomsnittlig energi, resursförbrukning och utsläpp av ämnen till miljön, enligt en livscykelinventering (LCI) för ett representativt urval av anläggningar i Europa, beräknades enligt de definierade systemgränserna.

Varmförzinkning är ett korrosionsskydd som kan levereras från en mängd olika operatörer som senare inte kommer att kunna identifieras i till exempel ett byggprojekt. En

”företagsspecifik” EPD kan därför vara mindre användbar när det gäller varmförzinkat stål. Mot denna bakgrund gav EGGA det italienska konsultföretaget Life Cycle Engineering i uppdrag att utarbeta en ”sektoriell” EPD för varmförzinkning av stålprodukter.

EPD:n baserar sig på ett produktexempel som är representativt för över 1 miljon ton (~ 19%) av produktionen från 66 företag i 14 länder i Europa. De deltagande anläggningarna ansågs vara mycket representativa för den europeiska industrin<sup>22</sup>.

I enlighet med reglerna för det internationella EPD® Systemet PCR 2011: 16 ”Korrosionsskydd av tillverkade stålprodukter”<sup>23</sup> presenteras den funktionella enheten (referensenheten till vilken resultaten är relaterade) för 1 års skydd av 1 m<sup>2</sup> stålplåt med 8 mm tjocklek, beräknat på grundval av livslängden på 63 år som förutses av EN ISO 14713-1. Resultaten visar att miljöbelastningen från varmförzinkningen utgör en mycket liten del av den totala belastningen för produkten (~ 5% av global uppvärmningspotential).

En förenklad sammanfattning av EPD-resultaten för de viktigaste miljökonsekvensindikatorer som krävs för PCR visas på sidan 71. Mer information om hela EPD:n finns på [www.egga.com](http://www.egga.com).

Varmförzinkningsindustrin har också ett nära samarbete med stålbyggnadsindustrin på nationell nivå för att säkerställa att transparenta och robusta miljödata finns tillgängliga för varmförzinkade stålprodukter när detta krävs:

- I Tyskland har bauforumstahl e.V. och Industrieverband Feuerverzinken e.V. (Tysklands varmförzinkningsförening) samarbetat för att publicera en EPD "Varmförzinkade konstruktionsstål: Öppna valsade sektioner och kraftiga plåtar" i enlighet med kraven i Institut Bauen und Umwelt e.V.<sup>24</sup>
- I Nederländerna har Zink Info Benelux (Belgiens och Hollands varmförzinkningsförening) arbetat tillsammans med stålindustrin för att inkludera data om varmförzinkat stål i den nationella Milieu Relevante Product Information (MRPI), vilket är en databas för byggprodukter.
- I Frankrike har Galvazinc (Frankrikes varmförzinkningsförening) utarbetat en Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) för varmförzinkat stål.

#### Grunden för EGGA:s sektoriella EPD för varmförzinkning

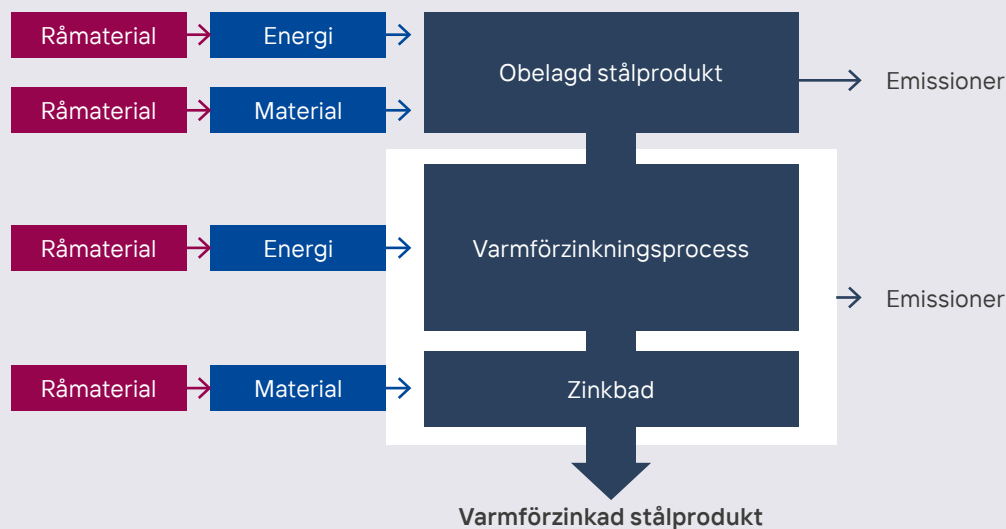
|                                                          |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Substratmaterial</b>                                  | Stålplatta med dimensioner 1m x 1m x 8mm och vikt på 62,4kg                                                            |
| <b>Zinkskiktets tjocklek (enligt EN ISO 1461)</b>        | 85 mikrometer                                                                                                          |
| <b>Exponeringsmiljö</b>                                  | Korrosivitetskategori C3 (enligt ISO 9223) med en genomsnittlig korrosionshastighet för zink på 1,35 mikrometer per år |
| <b>Förväntad underhållsfri livslängd hos zinkskiktet</b> | Minimum 63 år                                                                                                          |
| <b>Funktionell enhet (resultat)</b>                      | Belastningar per år av korrosionsskydd                                                                                 |



Resultat ifrån EGGA:s sektoriella EPD (belastning per år för korrosionsskydd av en 1m x 1m x 8mm stålplatta).

| Indikationer för miljöpåverkan                                            | Bidrag till varmförzinkad stålprodukt från varmförzinkning enligt EN ISO 1461 |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Global uppvärmningspotential, GWP [kg CO <sub>2</sub> ekv.]               | 0,12                                                                          |
| Ozonnedbrytningspotential, ODP [kg CFC-11 ekv.]                           | 1,28E-08                                                                      |
| Bildande av fotokemisk ozon, POCP [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv.] | 3,50E-05                                                                      |
| Försuringspotential, AP [kg SO <sub>2</sub> ekv.]                         | 1,05E-03                                                                      |
| Övergödningspotential, EP [kg PO <sub>4</sub> ekv.]                       | 9,30E-05                                                                      |
| Förbrukande av abiotiska resurselement, ADP-element [kg Sb eq]            | 1,19E-05                                                                      |
| Förbrukande av abiotiska resursfossiler, ADP-fossila bränslen [MJ]        | 1,55                                                                          |

### EGGA livscykelinventering för varmförzinkat stål: systemöversikt



# VARMFÖRZINKNING FÖR HÅLLBARA BYGGNADER

Den genomsnittliga personen tillbringar bara 10% av sin tid utomhus, med 90% av tiden inomhus<sup>25</sup>. God kvalitet på inomhusluften är därför avgörande för att kontrollera hälsorisker och bibehålla produktiviteten på arbetsplatsen.

Flyktiga organiska föreningar (VOC) som härrör från byggmaterial, möbler och ytbehandlingar som färgbeläggningar spelar en viktig roll för luftkvaliteten inomhus. Betydelsen av inomhusluftkvalitet uppmärksammas nu av politikerna på grund av dess inverkan på hälsa och välbefinnande och den effekt det kan ha på prestanda och produktivitet. Även om det är svårt att associera specifika VOC eller produkter direkt med särskilda hälsoeffekter, växer bevisen och för vissa kemikalier är effekterna kända.

Som en inert metallisk zinkbeläggning som består av ett naturligt förekommande essentiellt element är varmförzinkat stål det perfekta valet för optimal inomhusluftkvalitet – vilket eliminerar förekomst av VOC och andra syntetiska material.



## Zink – det hälsosamma byggmaterialet

Zink är viktigt för människors hälsa och avgörande för ett hälsosamt immunsystem



Zink förbättrar vårt minne och tänkande genom att interagera med andra kemikalier för att skicka meddelanden till sensoriska hjärnans centrum. Zink kan också minska trötthet och humörsvingningar.

Eftersom zink används för att generera celler är det särskilt viktigt under graviditeten för det växande fostret vars celler snabbt delar sig.



Hos kvinnor kan zink hjälpa till att behandla menstruationsproblem och lindra symtomen på premenstruellt syndrom.

Zink är avgörande för smak och lukt, det behövs för förnyelse av hudceller och för att hålla vårt hår och naglar friska.

Vi använder zink i schampo och solskyddsprodukter.

Hos män skyddar zink prostatakörteln och hjälper till att upprätthålla spermiernas mängd och rörlighet.



Zink har visat sig effektivt för att bekämpa infektioner och kan till och med minska förkylningens varaktighet och svårighetsgrad. Zinks roll för att mildra effekterna av COVID-19 blir allt tydligare<sup>26</sup>.

Zink hjälper oss att hålla igång och njuta av en hälsosam aktiv livsstil. Bland alla vitaminer och mineraler visar zink den starkaste effekten på vårt viktiga immunsystem.

Zink är viktigt för att aktivera tillväxt hos spädbarn, barn och tonåringar.



# PLEASE BE SEATED



Remake



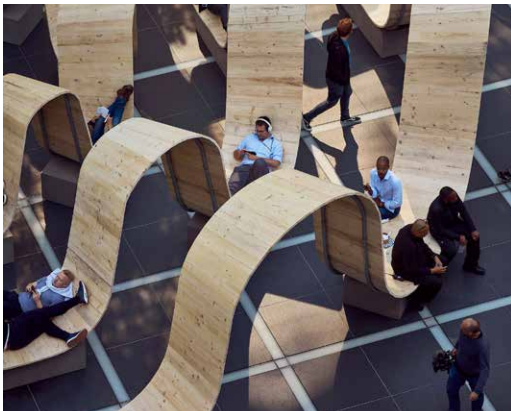
Reuse

"Please Be Seated" består av en serie stigande och fallande koncentriska cirklar som erbjuder bänkar och valv för människor att sitta på och gå under. Det är ett samarbete mellan Arup och den brittiska designern Paul Cockledge, med avsikt att ge Finsbury Avenue Square vid Broadgate i London en storskalig samhällsinstallation och vara en del av den årliga London Design Festival.

Den unika installationen består av trä från återvunna byggnadsplankor och ställningar i varmförzinkat stål, för att ge fokus på återanvändning och återtillverkning från byggavfall.

Efter att ha flyttats från Londons Broadgate finns det planer på att bygga om installationen på en ny plats.

Denna unika installation använder återvunna ställningar i varmförzinkat stål och virke från återvunna byggnadsplankor



# REFERENSER

<sup>1</sup> Galvanizing in Sustainable Construction: A Specifiers' Guide, Edited Prof. Tom Woolley, published by EGGA (2008) [www.egga.com/publications/galvanizing-and-sustainable-construction-a-specifiers-guide/](http://www.egga.com/publications/galvanizing-and-sustainable-construction-a-specifiers-guide/)

<sup>2</sup> IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]

<sup>3</sup> COM(2020) 563 final - Amended proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)

<sup>4</sup> COM/2019/640 final - Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - The European Green Deal

<sup>5</sup> [ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en)

<sup>6</sup> Steel - The Permanent Material in the Circular Economy, The World Steel Association, 2016. ISBN 978-2-930069-86-9

<sup>7</sup> Circular Economy: Principles for Buildings Design (DG GROW), [ec.europa.eu/docsroom/documents/39984](https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984)

<sup>8</sup> European Recommendations for Reuse of Steel Products in Single-Storey Buildings, 1st Edition 2020, Ana M. Girão Coelho; Ricardo Pimentel; Viorel Ungureanu; Petr Hradil; Jyrki Kesti, Published by ECCS – European Convention for Constructional Steelwork

<sup>9</sup> Verkenning duurzame geleiderail Spoor bestaand: Rapportage en advies na de gezamenlijke ketenverkenning in 2020, Versie 1.0, Sjoerd Jongsma; Tim Brockhoff; Joost Meijer (TwynstraGudde). (in Dutch) [circulairmaakindustrie.nl/app/uploads/2020/07/Rapportage-Verkenning-Duurzame-Geleiderail-inc.-bijlage-1-en-2.pdf](https://circulairmaakindustrie.nl/app/uploads/2020/07/Rapportage-Verkenning-Duurzame-Geleiderail-inc.-bijlage-1-en-2.pdf) and <https://rwsinnoveert.nl/@216458/innovatieopgaven/>

<sup>10</sup> <https://www.ce.nl/publicaties/1540/lca-resultaten-van-geleiderails> (in Dutch)

<sup>11</sup> Piret N L 'Processing of Zinc-bearing Iron and Steelmaking Residues – An Overview', Lead & Zinc 2010, Pb-Zn Short Course, COM 2010, Vancouver

<sup>12</sup> Ökobilanzieller Vergleich von Korrosionsschutzsystemen für Stahlbauten, Technische Universität Berlin, Berlin (2006)

<sup>13</sup> [www.toureiffel.paris/en/the-monument/painting-eiffel-tower](http://www.toureiffel.paris/en/the-monument/painting-eiffel-tower)

<sup>14</sup> Kuhlmann, U.; Maier, Ph.; Ummenhofer, T.; Zinke, T.; Fischer, M.; Schneider, S. Untersuchung zur Nachhaltigkeitsberechnung von feuerverzinkten Stahlbrücken, Bergisch Gladbach, final report BASt Vorhaben FE 089.0291/2013, 2014.

<sup>15</sup> Comparative life cycle cost assessment of painted and hot-dip galvanized bridges, B. Rossi, S. Marquart, G. Rossi. Journal of Environmental Management, 197 (2017) 41-49, Elsevier.

<sup>16</sup> EN ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods

<sup>17</sup> *Die Feuerverzinkung im Leistungsvergleich*, H. Gackenhaimer, GAV-Kolloquium (2003) (in German)

<sup>18</sup> JIRKU, J. and WALD, F. Influence of Zinc Coating to a Temperature of Steel Members in Fire, Journal of Structural Fire Engineering, Vol 6, 2015

<sup>19</sup> Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), OJL 334, 12 December 2010

<sup>20</sup> IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry, 2001, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau

<sup>21</sup> ISO 14040, "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework.

<sup>22</sup> Environmental Product Declaration: Batch Hot Dip Galvanizing of Steel Products to EN ISO 1461 – European Average, International EPD System Certification Number S-P-00915. [www.environdec.com/library/\\_?Epd=11877](http://www.environdec.com/library/_?Epd=11877)

<sup>23</sup> Product Category Rules 2011:16 Corrosion protection of fabricated steel products, Version 2.2, 2016-07-01. [www.environdec.com/product-category-rules-pcr](http://www.environdec.com/product-category-rules-pcr)

<sup>24</sup> Hot-dip galvanized structural steel: Hot rolled steel sections and heavy plates bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V., EPD-BFS-20180167-IBG1-DE, Institut Bauen und Umwelt e.V. (2018) [www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com)

<sup>25</sup> Schweizer, Christian & Edwards, Rufus & Bayer-Oglesby, Lucy & Gauderman, William & Ilacqua, Vito & Jantunen, Matti & Lai, Hak-Kan & Nieuwenhuijsen, Mark & Künzli, Nino. (2007). Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe. Journal of exposure science & environmental epidemiology. 17. 170-81. 10.1038/sj.jes.7500490.

<sup>26</sup> The Potential Impact of Zinc Supplementation on COVID-19 Pathogenesis Inga Wessels, Benjamin Rolles and Lothar Rink. Frontiers in Immunology. 2020; 11: 1712

# ERKÄNNANDEN

Denna publikation har möjliggjorts av de nationella sammanslutningarna inom European General Galvanizers Association, som har delat med sig av sina kunskaper om varmförzinkat stål i cirkulär ekonomi och sammanställt fallstudier som illustrerar publikationen. Detta har stöttats av värdefull information från World Steel Association, European Convention for Constructional Steelwork och International Zinc Association.

EGGA uttrycker sin speciella uppskattning till Bruno Dursin (Benelux), Holger Glinde (Tyskland) och Iqbal Johal (Storbritannien/Irland) som tillsammans har samlat in, analyserat och sammanställt informationen som presenteras i denna guide.

## Bildreferenser

**Omslag** Ikiwaner CC BY-SA 3.0

**6, 12 & 13** Lucas van der Wee

**11** Rasmus Hjortshøj/COAST

**16 & 17** Peris+Toral Arquitectes

**19, 24 & 25** Pieter Kers - Beeld.nu

**22 & 23** hammeskrause architekten bda

**26** Jan Siefke (Below top), Jörg Hempel (Below bottom and left)

**27** Christmann & Pfeifer

**28** Mabey Bridge, Skate park guteksk7/Shutterstock.com

**29** Ossip van Duivenbode

**30 & 31** Maité Thijssen/Zink Info Benelux

**32** FC Gramsbergen/Maité Thijssen/Zink Info Benelux

**34 & 35** Charles Hosea Photography Limited

**37** Rijkswaterstaat

**39** Institut Feuerverzinken

**40 & 41** Tristan Fopma

**44 & 45** Aretz Dürr Architektur

**46** BeL - Sozietät für Architektur

**49** Institut Feuerverzinken

**50 & 51** Stéphane Compoin

**52** Institut Feuerverzinken

**54 & 55** Galvanizers Association

**56** Institut Feuerverzinken /Flummi-2011 CC BY-SA 3.0

**57** Galvanizers Association/Institut Feuerverzinken

**59** Jan Siefke

**60** Stephen Wright

**61** Dennis Gilbert

**62** Galvanizers Association

**72** Greg Storrar

**74** Mark Cocksedge



# TERMER SOM ANVÄNDS INOM DEN CIRKULÄR EKONOMI

## **Livscykelanalys**

Sammanställning och utvärdering av indata, utdata och potentiell miljöpåverkan av ett produktsystem under hela dess livscykel

## **Livscykelkostnad**

Metod för systematisk ekonomisk utvärdering av livscykelkostnader under en given analysperiod

## **Återvinning**

Varje återvinningsoperation, genom vilken avfallsmaterial omarbetas till produkter, material eller ämnen, oavsett om det är för samma eller för andra ändamål

## **Renovering**

Modifiering och förbättringar av en befintlig byggnad eller anläggning för att uppnå ett acceptabelt skick

## **Återtillverkning**

Återtillverkning är processen för att återställa en begagnad produkt till minst dess ursprungliga prestanda, som motsvarar eller är bättre än en lika dan, nyframställd produkt

## **Reparera**

Återställa en produkt, komponent, enhet eller system till ett acceptabelt skick genom förnyelse eller byte av slitna, skadade eller försämrade delar

## **Återanvändning inom nytt område**

Använda en uttjänt produkt som anses som skrot i en helt annat tillämpning än den ursprungliga

## **Återanvändning inom befintligt område**

Varje åtgärd genom vilken produkter eller komponenter som inte är avfall används igen för samma ändamål för vilket de var tänkta

# YTTERLIGARE INFORMATION OM VARMFÖRZINKAT STÅL

## Norden

Nordic Galvanizers  
[www.nordicgalvanizers.com](http://www.nordicgalvanizers.com)  
[info@nordicgalvanizers.com](mailto:info@nordicgalvanizers.com)

## Benelux

Zinkinfo Benelux  
[www.zinkinfobenelux.com](http://www.zinkinfobenelux.com)  
[info@zinkinfobenelux.com](mailto:info@zinkinfobenelux.com)

## Frankrike

Galvazinc  
[www.galvazinc.com](http://www.galvazinc.com)  
[info@galvazinc.com](mailto:info@galvazinc.com)

## Italien

Associazione Italiana Zincatura  
[www.aiz.it](http://www.aiz.it)  
[info@aiz.it](mailto:info@aiz.it)

## Österrike

Fachverband Metalltechnische Industrie  
[www.fmmi.at](http://www.fmmi.at)

## Polen

Polskie Towarzystwo Cynkownicze  
[www.portal-cynkowniczy.pl](http://www.portal-cynkowniczy.pl)  
[office@portal-cynkowniczy.pl](mailto:office@portal-cynkowniczy.pl)

## Rumänien

Asociatia Nationala a Zincatorilor  
[www.anaz.ro](http://www.anaz.ro)

## Spanien

Asociación Técnica Española de  
Galvanización  
[www.ateg.es](http://www.ateg.es)  
[galvanizacion@ateg.es](mailto:galvanizacion@ateg.es)

## Storbritannien och Irland

Galvanizers Association  
[www.galvanizing.org.uk](http://www.galvanizing.org.uk)  
[ga@hdg.org.uk](mailto:ga@hdg.org.uk)

## Turkiet

Genel Galvanizciler Derneği  
[www.galder.org.tr](http://www.galder.org.tr)  
[info@galder.org.tr](mailto:info@galder.org.tr)

## Tjeckien och Slovakien

Asociace českých a slovenských zinkoven  
[www.acsz.cz](http://www.acsz.cz)  
[info@acsz.cz](mailto:info@acsz.cz)

## Tyskland

Industrieverband Feuerverzinken e.V.  
[www.feuverzinken.com](http://www.feuverzinken.com)  
[info@feuerverzinken.com](mailto:info@feuerverzinken.com)

## Ungern

Hungarian Hot Dip Galvanizers Association  
[www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)

