گزارش تولید زیست‌محیطی

(انجمن صنعت فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای و فولاد سازه‌ای آلمان)

تاریخ انتشار: دسامبر ۲۰۱۸

مدت اعتبار تا: دسامبر ۲۰۲۳

فولاد سازه‌ای گالوانیزه گرم غوطه‌ای

قطعات نورد شده و ورق‌های سنگین فولاد گرم

۱. اطلاعات عمومی

حوزه:

این گزارش، محصولات زیست‌محیطی فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای که به صورت قطعات سازه‌ای، میله‌های تجاری و صفحات سنگین اختصاصی برای سازه‌های پیچ شده، جوش خورده یا سازه‌های دیگری در ساختمان‌ها، پل‌ها و سازه‌های مشابه به بازار عرضه می‌شود را پوشش می‌دهد. محصولات پیش‌ساخته، ورق‌های سنگین و قطعات فولادی نورد شده‌ای هستند که بعدا گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای می‌شوند.

ورق‌های سنگین توسط:

سایت‌های عملیاتی در دیلینگن آلمان و دانکرک فرانسه تولید می‌شوند.

قطعات نورد شده گرم توسط:

سایت‌های عملیاتی در دیفردانگن لوکزامبورگ، دابرووای لهستان، اچبلوال لوکزامبورگ، برگارای اسپانیا،

هونه‌دوارای رومانی، الابریای اسپانیا، ورشو لهستان و رودانگه لوکزامبورگ، پاینر تراگر آلمان، استال‌ورک تورینگن آلمان تولید می‌شوند.

این محصولات تحت قراردادهای پیمانکاری جزئی و توسط شرکت‌های عضو و شرکای انجمن گالوانیزهٔ آلمان، گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای می‌شوند. جهت جمع‌آوری داده‌ها برای انتخاب پیمانکاران گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای، اندازهٔ کارخانه، ظرفیت گالوانیزه و طیف محصولات در نظر گرفته شده است. با توجه به حوزهٔ EPD (گزارش محصولات زیست‌محیطی)، داده‌ها تنها یک نمونه را به عنوان منتخب، پوشش می‌دهند. تهیه‌کنندهٔ گزارش در قبال اطلاعات و شواهد ارائه شده مسئول است.

۲. محصول

۲ـ۱ توضیح محصول/تعریف محصول

در این فرایند EPD بر ۱ تن فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای (قطعه و ورق) اعمال می‌شود و محصولات فولادی از گرید S۲۳۵ تا S۹۶۰ را پوشش می‌دهد که به صورت قسمت‌های سازه‌ای، میله‌های تجاری و ورق‌های سنگین هستند.

داده‌های اولیه مربوط به تولید محصولات فولادی از EPD / فولاد سازه‌ای: قطعات و ورق‌ها / انتشار مؤسسهٔ فولاد گالوانیزهٔ آلمان گرفته شده است.

برای عرضه در بازار اتحادیهٔ اروپا (به استثنای سویس)، مقررات اتحادیهٔ اروپا به شماره ۳۰۵/۲۰۱۱ اعمال می‌شود.

۲ـ۲ کاربرد

فولاد سازه‌ای گالوانیزه گرم غوطه‌ای برای سازه‌های پیچ و مهره‌ای ـ جوشی یا هر نوع سازه‌های متصل دیگر در ساختمان‌ها ـ پل‌ها و سازه‌های مشابه و در سازه‌های فولادی مرکب استفاده می‌شود.

مثال:

ـ ساختمان‌های یک طبقه (سالن‌های صنعتی و انباری و غیره)

ـ ساختمان‌های چندطبقه (اداری ـ ساختمان‌های مسکونی، مغازه‌ها، پارکینگ‌ها، بلندمرتبه‌ها و غیره)

ـ پل‌ها (پل‌های راه‌آهن، جاده‌ای و عابر پیاده و غیره)

ـ سایر سازه‌ها (نیروگاه‌ها، استادیوم‌ها، مراکز همایش، فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های قطار و غیره)

ـ مجتمع‌های صنعتی.

۲ـ ۳ داده‌های فنی

EPD برای ورق‌های فلزی و قطعات نورد شدهٔ انواع فولاد و فرمت‌های حمل و نقل که طبق استاندارد DIN EN ISO ۱۴۶۱ گالوانیزه شده‌اند، اعمال می‌شود.

برای تولرانس‌های خاص، داده‌های ساختاری و مقاومتی و همچنین خواص مکانیکی و شیمیایی، به داده‌ها و/ یا استانداردهای مرتبط، از جمله EN ۱۹۹۳ مراجعه کنید.

داده‌های عملکرد محصول با توجه به ویژگی‌های مشخصهٔ آن منطبق با EN ۱۰۰۲۵ محصولات نورد گرم فولادهای سازه‌ای با گزارش عملکرد مطابقت دارد.

داده‌های سازه‌ای

عنوان	مقدار	واحد
چگالی	۷۸۵۰	kg/m^3
مدول الاستیسیته	۲۱۰۰۰۰	N/mm^2
ضریب انبساط حرارتی	۱۲	$10^{-6}\ k^{-1}$
ضریت هدایت در ۲۰ ° C	۴۸	W/(m)
نقطهٔ ذوب بسته به ترکیب آلیاژی تا	۱۵۳۶	° C
مدول برشی	۸۱۰۰۰	N/mm^2
ضریب انتشار تا ۵۰۰ ° C / از ۵۰۰ ° C	۰/۳۵ / ۰/۷	

۲ـ ۴ وضعیت تحویل

ابعاد محصولات اعلام شده ممکن است بسته به کاربرد مورد نظر متفاوت باشند.

۲ـ ۵ مواد پایه/ مواد فرعی

فولادهای سازه‌ای، محصولات فولادی غیرآلیاژی یا کم‌آلیاژی هستند که محتوای کربن آنها بین صفر تا ۰/۶٪ است.

آهن جزء اصلی قطعات و صفحات فولادی است. مقدار عناصر دیگر اصلا قابل توجه نیست.

ترکیب شیمیایی فولادها بسته به رده‌شان با یکدیگر متفاوتند و هر یک با استاندارد محصولشان که در لیست پایین آمده مشخص شده‌اند. سطوح فولادهای سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای با روکشی از روی پوشیده شده‌اند.

مواد کمکی:

الف. برای مسیر تولید «کورهٔ بلند با کورهٔ اکسیژن قلیایی»: زغال‌سنگ کک، زغال‌سنگ، آهک

ب. برای مسیر تولید «کورهٔ قوس الکتریک»: آهک

برای هر دو مسیر تولید: آلومینیوم، آلیاژهای آهن‌دار (فرو سیلیکون، فرو منگنز، فرو نیکل، فرو نیوبیوم، فرو وانادیوم، فرو تیتانیوم)

درصد وزنی این مواد افزودنی به گرید یا ردهٔ فولاد بستگی دارد.

ج. برای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای: عوامل چربی‌زدایی، اسیدهیدروکلریک، روی و کلرید آمونیوم، آلیاژ روی

۲ـ۶ ساخت

در مسیر تولید یکپارچهٔ فولاد، کورهٔ بلند با کورهٔ اکسیژن قلیایی، (تولید فولاد یکپارچه)، سنگ آهن، (مخلوط معمول مبتنی بر اکسید آهن یا Fe_2O_3)، کُکِ پوکه، اجزای در حال گردش و سایر افزودنی‌ها، مخلوط و تفجوش می‌شوند تا همراه با ککِ قسمت کک‌سازی که عامل کاهنده است، برای تزریق به کورهٔ بلند مهیا شوند.

همچنین ممکن است از گندله و/ یا کلوخه‌های معدنی استفاده شود.

آهن خام تولید شده در کورهٔ بلند به کورهٔ اکسیژن قلیایی منتقل می‌شود. در این محفظه با دمیدن

اکسیژن به مادهٔ مذاب، آهن به فولاد تبدیل می‌شود (واکنش گرمازا). برای کنترل دما، قراضه‌آهن (تا ۳۵٪) به مادهٔ مذاب اضافه می‌شود.

در مسیر تولید الکتریکی فولاد، قراضه‌آهن‌ها در کورهٔ قوس الکتریکی ذوب می‌شوند تا فولاد مایع به دست آید. پالایش (کاستن عناصر گوگردی، فسفری و سایر عناصر زاید) و آلیاژسازی (مثلا حدود ۱٪ منگنز ـ ۰/۲٪ سیلیس) و/ یا میکروآلیاژسازی (به عنوان مثال حدود ۰/۰۱٪ وانادیوم) برای تبدیل فولاد با داشتن ویژگی‌های مورد نظر اعمال می‌شود. در پایان فرایند فولادسازی، فولاد مایع در دستگاه‌های ریخته‌گری پیوسته به محصولی نیمه‌تمام تبدیل می‌شود. در موارد استثنایی داخل قالب‌های شمش ریخته می‌شوند تا به شکل بلوک درآیند.
محصول نیمه‌تمام (تختال، تیر خام، شمشه یا شمشال) با نورد گرم به شکل محصول نهایی (ورق سنگین، پهن، H شکل، I شکل، U شکل، L شکل و سایر شکل‌های تجاری) در می‌آید.

کنترل کیفیت: ISO ۹۰۰۱ نظارت بر طبق استانداردهای محصولات مرتبط، به عنوان مثال EN ۱۰۰۲۵ قسمت۱.
سپس، این محصولات، گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای می‌شوند. بدین منظور، نظافت شیمیایی مرطوب سطح شده، از فلاکس یا گدازآور پوشانده، خشک و سپس در حمام روی داغ، غوطه‌ور و سپس خنک می‌شوند.
تضمین کیفیت: ایزو ۹۰۰۱ نظارت بر طبق / خطوط راهنمای DASt ۰۲۲ /

۲ـ۷ محیط زیست و سلامت در حین تولید

در فرایند تولید، هیچ اقدامی مرتبط با ایمنی، سلامت و حفاظت از محیط زیست که فراتر از مقررات قانونی باشد، مورد نیاز نیست.

۲ـ۸ پردازش محصولات/ نصب

توصیه‌های پردازش:

برنامه‌ریزی، پردازش، اجرا و استفادهٔ مورد نظر از ساختارهای قطعه و ورق باید بسته به کاربردهای مربوطه و طبق قوانین عمومی شناخته شدهٔ مهندسی و توصیه‌های سازنده انجام گیرد. استانداردهای

۱۹۹۳ EN/ و / ۱۹۹۴ EN برای طراحی سازه‌های فولادی و سازه‌های ترکیبی فولاد و بتن اعمال می‌شود.
آنها الزامات مرتبط با قابلیت سرویس‌دهی، ظرفیت باربری، دوام و مقاومت در برابر آتش سازه‌های فولادی EC۳ وسازه‌های ترکیبی فولاد و بتن EC۴ را مشخص می‌کنند. بخش‌های ۱+۲ از ۱۰۹۰ EN برای تولید سازه‌های فولادی اعمال می‌شود و شامل الزامات کنترل تولید کارخانه است.

استانداردهای اروپایی با پیوست‌ها، دستورالعمل‌ها، رهنمودها و انتشارات عمومی و همچنین مقررات قانونی تکمیل می‌شوند. برای حمل و نقل و نگهداری قطعات و ورق‌ها، الزامات پذیرفته شدهٔ عمومی ایمن‌سازی بار باید رعایت شوند.

دستورالعمل‌ها و توصیه‌های تولیدکننده، بر اساس استانداردها و رهنمودهای مرتبط با جوشکاری، گالوانیزه و همچنین شکل‌دهی سرد و گرم باید همیشه رعایت شود.

ایمنی شغلی/ حفاظت از محیط زیست:
هنگام پردازش/ استفاده از قطعات و ورق‌های فولادی طبق قوانین عمومی شناخته‌شدهٔ مهندسی، نیاز به اقداماتی فراتر از مقررات قانونی بهداشت و ایمنی ندارد. پردازش/ استفاده از قطعات و ورق‌های فولادی طبق قوانین عمومی شناخته‌شدهٔ مهندسی، منجر به انتشار کلان آلاینده‌های زیست‌محیطی نمی‌شود.
اقدام خاصی برای حفاظت از محیط‌زیست مورد نیاز نیست.

مواد پسماند:
در طول فراوری، خرده‌آهن و سایر ضایعات و همچنین تراشه‌های برش‌کاری باید جداگانه جمع‌آوری شوند.
ضایعات فولادی را تا نزدیک به ۱۰۰٪ با ذوب آن برای تولید محصولات جدید فولادی می‌توان بازیافت کرد، در حالی‌که روی بازیافتی را برای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای می‌توان دوباره استفاده کرد.

۲ـ۹ بسته‌بندی

فولادهای سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای معمولا بدون بسته‌بندی حمل می‌شوند. برای تسهیل حمل و

نقل، مواد به‌طور کلی به‌صورت دسته‌ای در می‌آیند. در صورت حمل و نقل دریایی، جهت محافظت کالا از بسته‌بندی خاصی می‌توان استفاده کرد.

۲ـ۱۰ شرایط استفاده

ترکیب شیمیایی:

فولادهای سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای، محصولاتی بدون آلیاژ یا کم‌آلیاژ هستند که از آلیاژ آهن با سایر فلزات و غیرفلزات (به‌ویژه کربن) تولید می‌شوند. آهن جزء اصلی قطعات فولادی و ورق‌های سنگین است. ترکیب شیمیایی در طول استفاده، همانند زمان تولید بدون تغییر باقی می‌ماند (به قسمت ۲ـ۶ مراجعه کنید).

۲ـ۱۱ محیط زیست و سلامت در حین استفاده

اگر از ورق‌های سنگین گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای و قطعات نورد فولادی به‌درستی استفاده شود، هیچ تأثیر منفی شناخته‌شده‌ای بر محیط زیست یا سلامت افراد نمی‌گذارد.

۲ـ۱۲ عمر مفید مرجع

گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای از قطعات فولادی در شرایط خوردگی جوّی حفاظت می‌کند. این حفاظت معمولا ده‌ها سال بدون نیاز به هیچگونه عملیات تعمیر و نگهداری انجام می‌شود.

عمر اولین تعمیر روکش روی طبق استاندارد DIN EN ISO ۱۴۶۱ در محدوده گروه‌بندی‌های خوردگی

Minimum thickness (micron)	C۳	C٤
	Life min./max. (years) and durability class (VL, L, M, H, VH)	
۸۵	۴۰/>۱۰۰; VH	۲۰/۴۰; VH
۱۴۰	۶۷/>۱۰۰; VH	۳۳/۶۷; VH
۲۰۰	۹۵/>۱۰۰; VH	۴۸/۹۵; VH

توجه: ارقام عمر به صورت اعداد روند درآمده‌اند. تخصیص تعیین دوام بر اساس میانگین حداقل و حداکثر عمر محاسبه شده تا اولین تعمیر و نگهداری است، به‌عنوان مثال روکش روی ۸۵ میکرون در ردهٔ خورندگی C۴ دوام مورد انتظار ۲۰۱/۸۵ سال= ۴۰/۷۴۶ سال (روند شده به۴۰ سال) و ۴.۲/۸۵= ۲۰/۲۳۸ سال (روند شده به ۲۰سال) را می‌دهد. میانگین دوام (۲۰+۴۰)/۲=۳۰ سال با VH مشخص شده است.

علایم اختصاری: VL= بسیار کم (عمر ۰ تا ۲ سال) ـ L = کم (عمر ۲ تا ۵ سال) ـ M = متوسط (عمر ۵ تا ۱۰ سال) ـ H = زیاد (عمر ۱۰ تا ۲۰ سال) ـ VH = بسیار زیاد (عمر بیش از ۲۰ سال)

گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای همچنین حفاظت کافی را در شرایط دریایی و در مقابل نمک‌های یخزدا فراهم می‌کند. برای اطلاعات بیشتر در مورد طول عمر مفید فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای به استاندارد DIN EN ISO ۱۴۷۱۳_۱ مراجعه کنید.

۲ـ۱۳ شرایط استثنایی

- **آتش**

این محصول، الزامات ایمنی مصالح ساختمانی را در ردهٔ A۱ (غیر قابل اشتعال طبق استاندارد DIN EN ISO ۱۳۵۰۱) برآورده می‌کند.

با توجه به تشعشع بسیار پایین فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای و بسته به شکل محصول، ردهٔ R۳۰ مقاومت در برابر آتش را با گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای به تنهایی و بدون هیچگونه اقدام حفاظتی اضافی، می‌توان به دست آورد.

در دماهای بالاتر از ۶۵۰ $^{\circ}$ C روکش نازک روی به سرعت به صورت اکسید روی ZnO تبخیر و ایجاد دود می‌کند.

در صورت استنشاق طولانی‌مدت دود، اکسید روی می‌تواند موجب تب دود فلز (اسهال، تب، خشکی گلو) شود، این علایم در صورت بروز معمولا ۱ تا ۲ روز پس از استنشاق ناپدید می‌شوند. دمای بحرانی (دمای خرابی قطعه) در درجهٔ اول به بار و عایق بودن قطعه بستگی دارد.

ایمنی از آتش

عنوان	مقدار
رده‌بندی طبق استاندارد A۱	DIN EN ۱۳۵۰۱_۱

- **آب**

فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای قابل انحلال در آب نیست و در مواجهه با آب هیچ ماده‌ای آزاد نمی‌کند.

- **تخریب مکانیکی**

به دلیل انعطاف‌پذیری بالای فولاد، سازه‌های ساخته شده از فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای در صورت تخریب مکانیکی غیر قابل پیش‌بینی، از خود انعطاف‌پذیری نشان می‌دهند:

تحت بار کششی، فولاد سازه‌ای با باریک‌شدگی، تغییر شکل می‌دهد و در بار زیاد دچار شکستگی می‌شود.

تحت فشار بالای ثابت، اجزای ساخته شده از فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای ممکن است کمانه کنند. خرد شدن، ورآمدن و غیره رخ نمی‌دهد.

۲ـ ۱۴ فاز استفادهٔ مجدد

عمومی:

قطعات و ورق‌های فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای تا ۱۰۰٪ قابل بازیافت هستند.

با توجه به خواص مغناطیسی فولاد، ۹۹٪ فولاد استفاده شده پس از اوراق کردن بازیافت می‌شود /تحقیقات فنی فولاد کمیسیون اروپا/ .

بازیافت:

پس از اوراق کردن، قطعات و ورق‌های گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای بدون هیچگونه مشکلی قابل بازیافت هستند.

در حال حاضر، حدود ۸۸٪ این محصولات در حکم ماده بازیافت می‌شوند.

منابع: / تحقیقات فنی فولاد کمیسیون اروپا / و / وزارت محیط زیست، ذخایر طبیعی و ایمنی هسته‌ای فدرال آلمان / ۱۱٪ باقی مانده (۸۸٪ ـ ۹۹٪) دوباره استفاده می‌شود.

استفادهٔ مجدد:

قطعات و ورق‌ها، قابل استفادهٔ مجدد هستند. در حال حاضر حدود ۱۱٪ این نوع محصول پس از اوراق

شدن مجدداً استفاده می‌شوند.

۲ـ۱۵ انهدام

ضایعات فولاد به دلیل ارزش بالایی که دارند، به‌صورت زباله منهدم نمی‌شوند، بلکه به‌عنوان یک منبع با ارزش وارد چرخ، استفاد، مجدد یا بازیافت می‌شوند.

اما اگر به دلیلی مثلا هزینهٔ بالای جمع‌آوری به‌صورت زباله منهدم شوند، هیچگونه اثر مخرب زیست‌محیطی به همراه نخواهند داشت.

کد زباله بر طبق کاتالوگ زبالهٔ اروپا : آهن و فولاد ۱۷۰۴۰۵ : **CEW**

۲ـ۱۶ اطلاعات بیشتر

برای اطلاعات بیشتر در مورد فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای و کاربرد آن به سایت www.baufrumstahl.de و www.feuerverzinken.com مراجعه کنید.

۳ـ LCA: قوانین محاسبه

۳ـ۱ واحد گزارش شده

این گزارش به واحد عملکردی ۱ تنی فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای اشاره دارد: قطعات و ورق‌های سنگین نورد شده.

محاسبات بر اساس میانگین وزن تولیدی کارخانه‌های منتخب است.

واحد گزارش شده

عنوان	مقدار	واحد
واحد گزارش شده	۱	t
وزن مخصوص	۷۸۵۰	kg/m۳
ضریب تبدیل برای ۱ کیلوگرم	۰/۰۰۱	-

۳ـ۲ محدودهٔ سیستم

نوع EPD: سکو تا درب خروجی با گزینه‌ها.

فرایندهای زیر در مرحله تولید A۱-A۳ فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای گنجانده شده‌اند:

- فرایندهای تولید، شامل مواد خام/کالاهای نیمه‌تمام (مدول A۱) و مواد کمکی (مدول A۳) است.

فرایند تولید فولاد سازه‌ای بر اساس EPD فولاد سازه‌ای، قطعات و ورق‌های سنگین فولادی نورد گرم تجدید نظر شده در سال ۲۰۱۸ است.

- انتقال فولاد سازه‌ای به کارخانه گالوانیزه (مدول A۲)

- فولاد سازه‌ای گالوانیزه گرم غوطه‌ای (مدول A۳)، شامل تولید انرژی، تولید مواد کمکی، انهدام مواد زاید (ضایعات تولید، ضایعات پیش‌درآمد بسته‌بندی) و انتشار گازهای تولیدی کارخانه است.

مدول C۳ تفکیک و خرد کردن فولاد پس‌استفاده که بازیافت شده و همچنین قراضه‌های بازیافت‌نشده ناشی از هدررفت تفکیک را که در محل دفن زباله منهدم می‌شود، در نظر می‌گیرد.
در تخمین محافظه‌کارانه، ۱٪ دفن ضایعات در نظر گرفته شده است.

مدول D به استفاده مجدد و بازیافت در پایان عمر فولاد سازه‌ای اشاره دارد.

۳ـ۳ برآوردها و فرضیات

برای تجزیه و تحلیل حمل و نقل، مسافت ۱۰۰ کیلومتر در نظر گرفته شد، مگر توسط شرکت‌های مربوطه مشخص شود.
این مدل در همهٔ موارد بر اساس استفادهٔ عمومی از یک عامل چربی‌زدا (بر اساس اسید هیدروکلریک یا هیدروکسید سدیم) است و بنابراین بدترین سناریو را نشان می‌دهد.

از گرمای حاصل سوزاندن بسته‌های مواد خام و کمکی برای تولید برق و انرژی حرارتی استفاده می‌شود.

با توجه به/ قوانین دسته‌بندی محصول PCR part A/ انرژی تولید شده در مقابل انرژی مصرف‌شده در تولید فولاد سازه‌ای (A۱-A۳) به کار می‌افتد. ضایعات فولاد حاصل از تولید در مقابل «پتانسیل بازیافت برای ورق فولاد» به کار می‌افتد.

اسیدشویی آهن مصرف‌شده و حمام روی تا حدی بازیافت می‌شوند، طوری که ۳۰٪ مواد ورودی می‌توانند به‌کار گرفته شوند. به منظور ارزیابی تأثیر میزان بازیافت بر مشخصات زیست‌محیطی محصول، تحلیل تأثیرپذیری با در نظر گرفتن سه سناریو با میزان بازیافت‌های ۰٪ ـ ۳۰٪ و ۷۰٪ انجام گرفت. این تحلیل نشان داد که فرضیات فوق دقیق هستند.

۳ـ۴ ملاک نهایی

در طول کسب داده‌های تولید و همچنین داده‌های مصرف انرژی حرارتی، برقی و گازوییلی، تمام داده‌های جمع‌آوری‌شده در نظر گرفته می‌شوند.

تمام جریان‌های موادی که بیش از ۱٪ جرم کل را تشکیل دهند، در تجزیه و تحلیل، مصرف انرژی یا اثرات زیست‌محیطی سیستم در نظر گرفته شدند.

می‌توان فرض کرد فرایندهایی که در گروه‌بندی‌های خود کمتر از ۵٪ تاثیرگذار بوده‌اند از تجزیه و تحلیل کنار گذاشته شده‌اند.

اثرات مربوط به تولید ماشین‌آلات، کارخانه‌ها و تأسیسات مورد نیاز تولید از محدودهٔ این ارزیابی خارج است.

۳ـ۵ داده‌های پس‌زمینه

برای مدل‌سازی چرخهٔ عمر محصولات اظهارشده، از نرم‌افزار GaBi ۸ برای مهندسی چرخهٔ حیات استفاده شد.

تمام مجموعه داده‌های پس‌زمینه مرتبط با تولید فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای از پایگاه داده‌های GaBi ۸ یا توسط انجمن صنعت فولاد گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای و فولاد سازه‌ای به‌دست آمده‌اند.

پیمانکاران منتخب گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای توسط انجمن گالوانیزهٔ آلمان قسمت فولاد سازه‌ای گالوانیزهٔ

گرم غوطه‌ای گرم شناسایی شدند.

۳ـ ۶ کیفیت داده‌ها

تمام مجموع داده‌های مرتبط با LCA از پایگاه داده‌های GaBi ۸ به دست آمده‌اند.
داده های اولیه توسط انجمن گالوانیزهٔ آلمان در دسترس قرار گرفت.
کیفیت داده‌ها، بالا در نظر گرفته شده‌اند.
آخرین بازبینی داده‌های مورد استفاده و سازنده، کمتر از ۵ سال پیش انجام گرفت.

۳ـ ۷ دورهٔ مورد بررسی

داده‌های مورد استفاده برای LCA بر اساس داده‌های اولیه به‌روز شده توسط انجمن گالوانیزه و فولاد آلمان در سال ۲۰۱۷ جمع‌آوری شده است.

۳ـ ۸ تخصیص

اسیدشویی و حمام‌های روان‌ساز (فلاکس) مصرفی تا حدودی بازیافت می‌شوند. برای جبران در بدترین سناریو، نرخ بازیافت ۳۰٪ مواد ورودی در نظر گرفته شده است.
برای ضایعات فولاد و روی تولید شده در فرایند تولید، مواد اولیه منهای تأثیر فرایندهای آماده‌سازی و ذوب در نظر گرفته شده است.

۳ـ۹ مقایسه‌پذیری

به‌عنوان یک قاعده، مقایسه یا ارزیابی داده‌های EPD تنها در صورتی امکان‌پذیر است که همهٔ مجموعه داده‌های مورد مقایسه طبق استاندارد EN ۱۵۸۰۴ گردآوری شده و موضوع ساخت بنا یا ویژگی‌های خاص محصول در نظر گرفته شوند.

۴ـ LCA: سناریوها و اطلاعات فنی اضافی

سناریوهای پایان عمر زیر برای استفادهٔ مجدد، بازیافت و دفع زباله مورد ارزیابی قرار گرفتند:

پایان عمر (C۳)

عنوان	مقدار	واحد
دفن زباله	۱	٪

قابلیت استفادهٔ مجدد، بهبود و/یا بازیافت

عنوان	مقدار	واحد
بازیافت	۸۸	٪
استفادهٔ مجدد	۱۱	٪

۵ ـ LCA: نتایج

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)

PRODUCT STAGE				CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE						END OF LIFE STAGE				BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	MND	MND	X	MND	X

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 ton structural steel

Parameter	Unit	A1-A3	C3	D
Global warming potential	[kg CO_2-Äq.]	1,32E+3	2,21E+0	-4,95E+2
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC 11-Äq.]	2,26E-9	6,99E-12	1,77E-6
Acidification potential of land and water	[kg SO_2-Äq.]	2,62E+0	6,33E-3	-1,02E+0
Eutrophication potential	[kg $(PO_4)^{3-}$-Äq.]	2,72E-1	7,26E-4	-8,56E-2
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg Ethen-Äq.]	4,10E-1	4,53E-4	-2,03E-1
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Äq.]	1,38E-1	1,44E-6	-4,79E-2
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]	1,30E+4	2,59E+1	-4,84E+3

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 ton structural steel

Parameter	Unit	A1-A3	C3	D
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	2,43E+3	1,14E+1	-1,74E+2
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]	2,43E+3	1,14E+1	-1,74E+2
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	1,48E+4	3,78E+1	-5,01E+3
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]	1,48E+4	3,78E+1	-5,01E+3
Use of secondary materia	[kg]	7,67E+2	0,00E+0	0,00E+0
Use of renewable secondary fuels	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Use of net fresh water	[m³]	5,41E+0	1,47E-2	-4,14E-1

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES: 1 ton structural steel

Parameter	Unit	A1-A3	C3	D
Hazardous waste disposed	[kg]	1,31E-2	1,85E-7	-1,65E-3
Non-hazardous waste disposed	[kg]	1,97E+1	1,00E+1	3,16E+1
Radioactive waste disposed	[kg]	7,27E-1	4,78E-3	-1,11E-1
Components for re-use	[kg]	0,00E+0	1,10E+2	0,00E+0
Materials for recycling	[kg]	0,00E+0	8,80E+2	0,00E+0
Materials for energy recovery	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Exported electrical energy	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Exported thermal energy	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0

LCA-۶: تفسیر

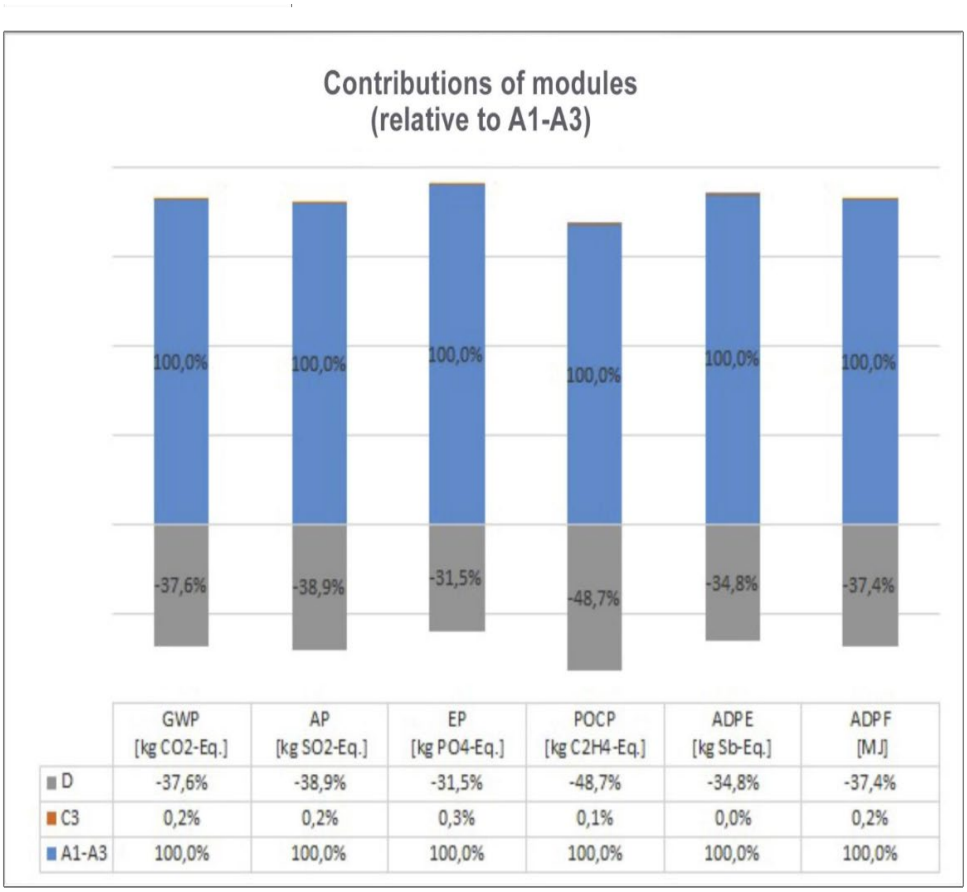
این فصل نتایج LCA را خلاصه می‌کند.

تولید مواد خام (مدول A۱) بزرگترین محرک تأثیرگذار در بین تمام مدول‌های اظهار شده (به استثنای ODP که عمدتاً ناشی از تولید انرژی است) و سپس مدول A۳ است.

نقش حمل و نقل فولاد سازه‌ای (مدول A۲) و تصفیهٔ زباله (مدول C۳) کمتر از ۱/۵٪ در تمام گروه‌بندی‌های تأثیرات زیست‌محیطی است. امتیاز مدول D از بازیافت ضایعات فولاد به‌دست می‌آید.

این امتیاز بر مبنای جایگزینی فولاد اولیه با فولاد ثانویه است که از کورهٔ قوس الکتریک (EAF) با استفاده از ۱۰۰٪ ضایعات فولاد در مسیر EAF به دست می‌آید.

شکل زیر نتایج مدول‌ها را نسبت به مدول‌های A۱- A۳ برای ملاک‌های منتخب زیست‌محیطی نشان می‌دهد.



	GWP [kg CO2-Eq.]	AP [kg SO2-Eq.]	EP [kg PO4-Eq.]	POCP [kg C2H4-Eq.]	ADPE [kg Sb-Eq.]	ADPF [MJ]
D	-37,6%	-38,9%	-31,5%	-48,7%	-34,8%	-37,4%
C3	0,2%	0,2%	0,3%	0,1%	0,0%	0,2%
A1-A3	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

پتانسیل گرمایش جهانی GWP، پتانسیل اسیدی شدن AP، پتانسیل اوتروفیکاسیون (رشد بی‌رویه) EP، پتانسیل ایجاد ازن فتوشیمیایی POCP و پتانسیل تخلیهٔ غیرزیستی سوخت فسیلی ADPF تحت نفوذ گازهای ناشی از تولید فولاد و ساخت مواد کمکی و زمینه‌ساز آن هستند، در حالی‌که تولید فولاد فرایندی انرژی‌محور است. دومین تأثیر مهم، ناشی از استخراج و فراوری مواد خام و تولید بخار و گرما به وجود می‌آید.

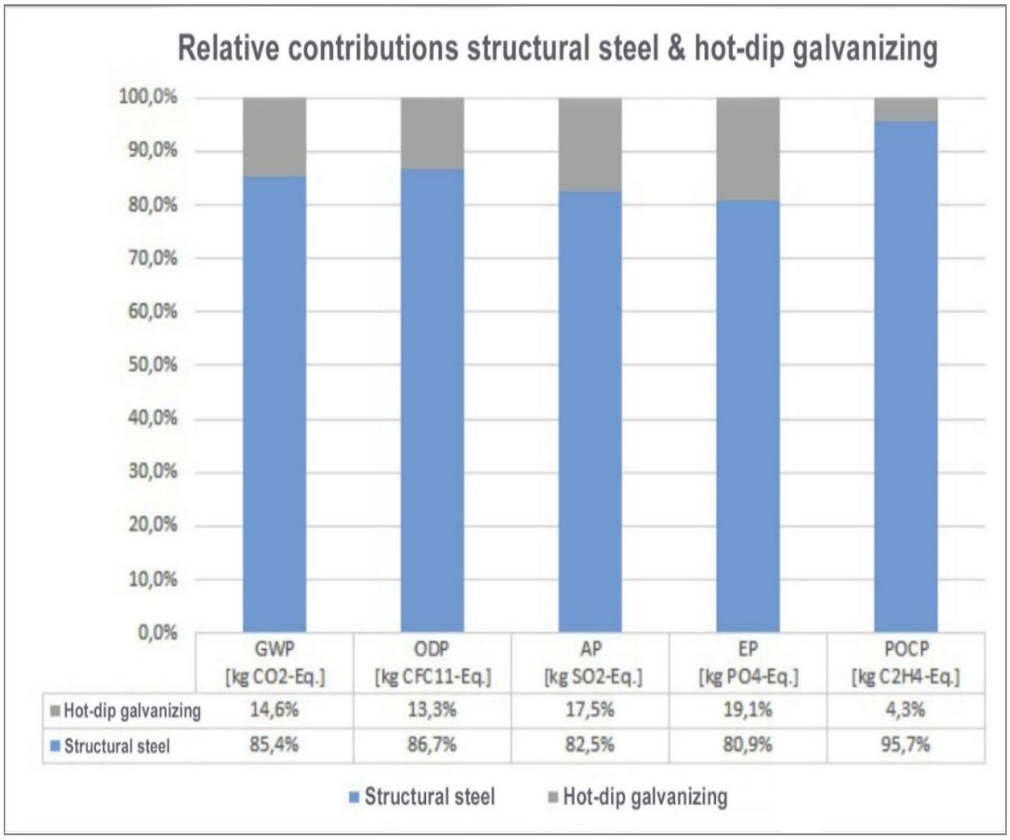
تأمین روی عامل اصلی کمک‌کننده به پتانسیل تخلیهٔ ابتدایی غیرزیستی ADPe است. پتانسیل تخریب لایهٔ ازن ODP، عمدتاً به دلیل فرایندهای تولید انرژی بالادستی، به‌ویژه تولید انرژی هسته‌ای است.

در این مدل EPD، سهم انرژی هسته‌ای برای تولید برق مدول‌های A۱-A۳ بسیار ناچیز است که خود را در مقدار ناچیز A۱-A۳ نشان می‌دهد.

در مقابل، مدول D بر مبنای میانگین جهانی ترکیب تولید فولاد است که در آن سهم انرژی هسته‌ای بسیار بیشتر است. متعاقباً، نتایج ODP عمدتاً ناشی از مدول D است.

شکل زیر، سهم نسبی تولید فولاد سازه‌ای از یک سو و گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای از سوی دیگر را مقایسه می‌کند. این مقادیر به مدول‌های A۱-A۳ منحصرند و امتیازها را شامل نمی‌شوند. آنها به وضوح نشان می‌دهند که فرایند گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای تنها میزان اندکی به تأثیر زیست‌محیطی از فرایند کلی کمک می‌کند.

باید توجه داشت، هنگام ارزیابی مجزای فرایند گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای، فرایندهای تأمین روی و انرژی حرارتی و الکتریکی، عوامل اصلی کمک‌کننده هستند.



۷ـ مدارک ضروری

۷ـ۱ سایند شیمیایی

سطوح قطعات فولادی گالوانیزهٔ گرم غوطه‌ای به‌طور طبیعی هنگامی که در معرض ذرات قرار می‌گیرند، از یک لایهٔ محافظ به نام زنگار پوشیده می‌شوند. زنگار بی‌نهایت بادوام است، بنابراین محافظت فوق‌العاده مؤثری در برابر خوردگی ایجاد می‌کند که چندین دهه دوام می‌آورد.

در عین حال، از روکش روی محافظت می‌کند، طوری که برای مدت طولانی دست‌نخورده باقی می‌ماند.

اقدامات سختگیرانه‌تر بهبود کیفیت هوا (به ویژه گوگردزدایی از سوخت‌های نیروگاه‌ها و خودروها) تأثیر مثبت عمده‌ای بر کاهش سایند شیمیایی روکش روی دارد. /Schroder ۲۰۱۳/ گزارش‌هایی از

سرعت‌های کاهش روکش روی تا ۴/۷ میکرون در سال، در دهۀ ۱۹۷۰ در موانع ایمنی فولاد گالوانیزۀ گرم غوطه‌ای مشاهده شده است.

برای ساینده کامل شیمیایی، انتشارات اخیر (نگاه کنید به Hullmann ۲۰۰۳)، سرعت خوردگی روی را ۳ g/m۲ (تقریبا برابر است با ۰/۵ میکرون در سال) اشاره می‌کند. مطالعات اخیر موانع ایمنی فولاد گالوانیزۀ گرم غوطه‌ای را در امتداد بزرگراه BAB ۴ فدرال آلمان پس از ۱۰ سال در معرض ذرات مورد بررسی قرار دادند و هیچ کاهش ضخامت قابل اندازه‌گیری روکش روی بر اثر ساینده شیمیایی را شناسایی نکردند.

بنابراین ساینده شیمیایی را حتی پس از چندین سال و در شرایط افزایش تنش خوردگی مثلا در امتداد بزرگراه‌ها (که در آن نمک یخ‌زدایی در ماه‌های زمستان استفاده می‌شود) می‌توان حداقل و در واقع قابل صرفنظر کردن دانست.

۸ـ منابع