



Schilderwerkplaats A5 | Enclave Hembrug

Herbestemming en verbouwing
op de Enclave, Hembrugterrein in Zaandam

Projectgegevens

Introductie

Op het voormalige Hembrugterrein, waar industrieel erfgoed en natuur samenkomen, transformeert dit project een historische schilderwerkplaats tot een duurzaam woon-werkgebouw. Met respect voor de monumentale kwaliteiten en maximale inzet op circulariteit en innovatie ontstaat een eigentijdse plek waarin verleden, techniek, landschap en heden naadloos samenkomen.

Categorie inschrijvingverplicht: Karakteristieke stalen bouwdelen

Project gegevens:

(Eigen)naam project	Schilderwerkplaats A5 Enclave Hembrug
Type / soort project	Herbestemming monument naar woning en atelier
Plaatsnaam project	Hembrugterrein, Zaandam
Adres project	Wagenmakerij 5, Zaandam

Dit project doet mee aan de duurzaamheidsprijs.



Projectpartners

Opdracht

juliengijs@gmail.com

Julie Fuchs & Gijs van der Velden, Zaandam

Architectuur

Julie Fuchs: juliengijs@gmail.com, Jasper Felsch: jasper@felsch.nl

FELSCH architecten, Weesp

www.felsch.nl

Constructief ontwerp

info@hmtbouwtechniek.nl

HMT Bouwtechniek, Herman Marquart

Hoofdaannemer

kevin@dannyteerenstra.nl

Aannemersbedrijf Teerenstra bv, Heiloo

Staalconstructie

gijs@mx3d.com

MX3D, Amsterdam

www.mx3d.com





Schilderwerkplaats A5 | Enclave Hembrug | Inzending Nationale Staalprijs 2026

Credit fotografie: Jeroen Musch

Algemene projectomschrijving

Het Hembrugterrein ligt aan de Oostzijde van Zaandam aan het Noordzeekanaal en Zijkanaal G. **Het Hembrugterrein is sinds het einde van de 19e eeuw in gebruik als een belangrijke locatie in Nederland voor de militaire industrie.** Hier bevonden zich wapen-, munitie en patronenfabrieken. Deze fabrieken lagen in een uitgestrekt groen bosgebied en het gebied was niet toegankelijk voor publiek.

De (militaire) industrie heeft zijn activiteiten uiteindelijk in 2003 verplaatst en het terrein verlaten. In 2013 is de herontwikkeling van het terrein gestart, met tal van initiatieven, bedrijfjes in de culturele sector, kunstenaars en zelfstandigen die zich hier vestigden.

De gebouwen bekend als de 'Enclave' vormt een apart gedeelte van het Hembrugterrein aan de noord-oost zijde in het bos. Het is ten opzichte van de overige bebouwing een kleiner ensemble met werkplaatsen en bunkers tbv de opslag van munitie.

Industrieel erfgoed & creatieve hotspot

In 2018 heeft een groep particulieren, veelal uit de creatieve industrie, zich verenigd en een bod uitgebracht op deze 'Enclave'. Een groep van 26 families die met een plan zijn gekomen om

de monumentale panden van de Enclave te transformeren naar een woon-werk gebied, een levendig gebied met respect voor de monumenten, de landgoed sfeer van Hembrug en met aandacht voor het milieu.

Een van deze families zijn Julie Fuchs en Gijs van der Velden met hun twee dochters Nila en Lorabelle. Zij hebben hun oog laten vallen op de voormalige schilderwerkplaats, gebouw A5, om deze te herontwikkelen naar een atelier/woongebouw.

Wonen en werken in het groen

Gebouw A5 bevindt zich op het zuidelijkste stuk van de Enclave aan de rand van het Plofbos. De monument heeft een langwerpige plattegrond van 34 meter lang en 6 meter breed. Het gebouw heeft een grote open ruimte en bestaat uit een laag plus zadeldak. Op het hoogste punt is het 6,4m hoog in de nok. Omdat gebouw A5 aan gebouw A6 staat is een lange gevel helemaal blind. Het dakbeschot, de spanten en de lange zichtlijn van metselwerk plint, rabatdelen, dak en repeterende ramen zijn de meest monumentale waarden die aanwezig zijn.

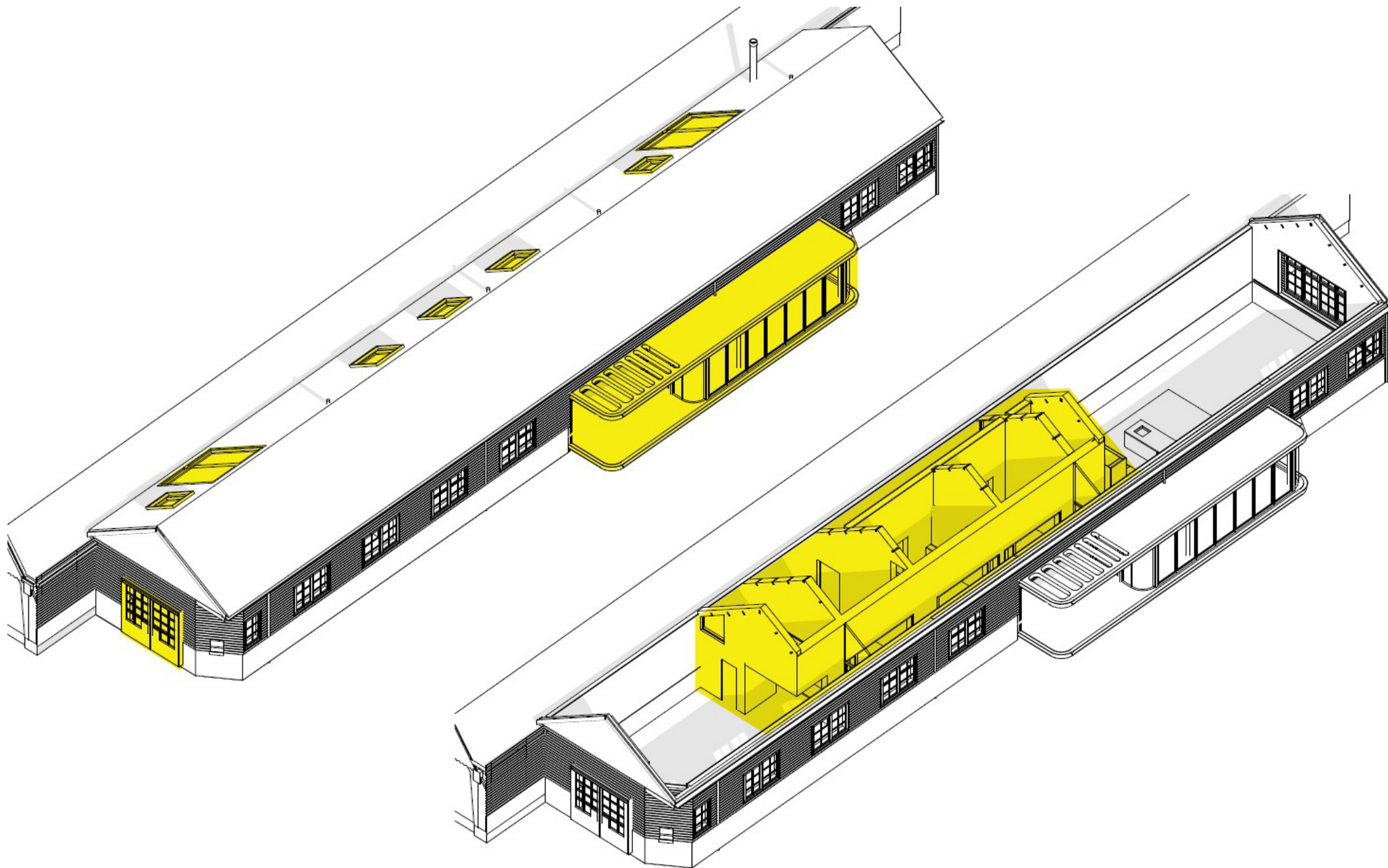
In het ontwerp was het essentieel om dit in-

drukwekkende langwerpige volume met de houtenspanen te behouden en te beleven, ook met de benodigde kamers. Een andere belangrijke wens was om de lange gevel aanzienlijk te openen: **wonen en werken in direct contact met de groene omgeving in het bos en met veel daglicht.** Dankzij een heldere architecturale ingreep worden de kenmerken van het monument (het langgerekt volume met lange daklijn, origineel dakbeschot met repeterende spanten in het interieur) gehandhaafd en steeds beleefbaar.

Een bescheiden en ambitieuze transformatie

Wij hebben de voormalige schilderwerkplaats zo duurzaam en circulair mogelijk getransformeert. Met behoud van zoveel bestaande materialen gaven wij voorgang aan reparaties en hergebruik, ook door het tweedehands inkopen. Wij hebben vervolgens alle nieuwe materialen zo efficiënt mogelijk gebruikt en voorgang gegeven aan laag milieu-impact en biobased materialen zoals vlasisolatie en houtskeletbouw.

De nieuwe stalen constructie is met behulp van WAAM-technologie 3D geprint en vormt een zowel functioneel als prachtig decoratief element op deze locatie!



Bijzondere aspecten bouwkundig concept / ontwerp

Het ontwerp kenmerkt zich door enkele krachtige, heldere ingrepen die de organisatie van het gebouw sturen, met behoud en versterking van de monumentale kwaliteiten als uitgangspunt.

Een cortelstaal uitbouw als blikvanger

Een nieuw volume doorsnijdt de gevel ter hoogte van de bovenzijde van de vensters. Hierdoor blijft de kenmerkende horizontale lijn van het gebouw en de dakrand leesbaar en dominant aanwezig. De toevoeging manifesteert zich als een zorgvuldig ingepaste interventie in cortenstaal, waarbij een grote vouwwand het omliggende bos direct met het interieur verbindt. Zowel bij de beglazing als bij de metalen constructie zijn de hoeken afgerond, wat deze vloeiende vormgeving nog meer benadrukt. Binnen en buiten vloeien hierdoor in elkaar over.

Binnenhuis van hout

In het hart van het gebouw is een “huis in een huis” gerealiseerd: een vrijstaand houten volume waarin de kleinere functies, zoals slaapkamers en badkamers, zijn ondergebracht. Door deze compacte inbouw blijft de volledige maat en ritmiek van de oorspronkelijke spantconstructie beleefbaar, terwijl tegelijkertijd een heldere zonering ontstaat tussen de grote ruimten

aan de kopgevels: het atelier en de woonruimte. In deze ruimtes blijft de volledige hoogte intact.

Aan de geluidluwe noordzijde zijn subtiele daglichtopeningen in het dak toegevoegd. Deze ingreep introduceert extra licht zonder het karakteristieke pannendak visueel aan te tasten, mede doordat het dakvlak vanaf maaiveld nauwelijks zichtbaar is. Dit sluit tevens aan bij de functionele eis van een dove gevel aan deze zijde vanwege geluidbelasting.

Een naar binnen getrokken buitenruimte vormt de verbindende schakel tussen wonen en werken en organiseert tegelijkertijd de ontsluiting. Deze ingreep maakt het mogelijk om extra transparantie toe te passen in de aangrenzende kamers, waardoor licht en zichtlijnen worden gemaximaliseerd.

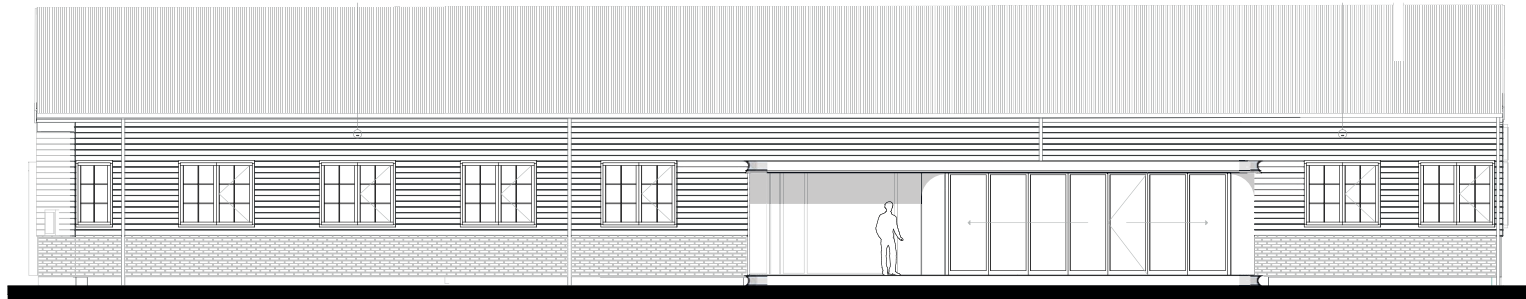
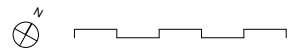
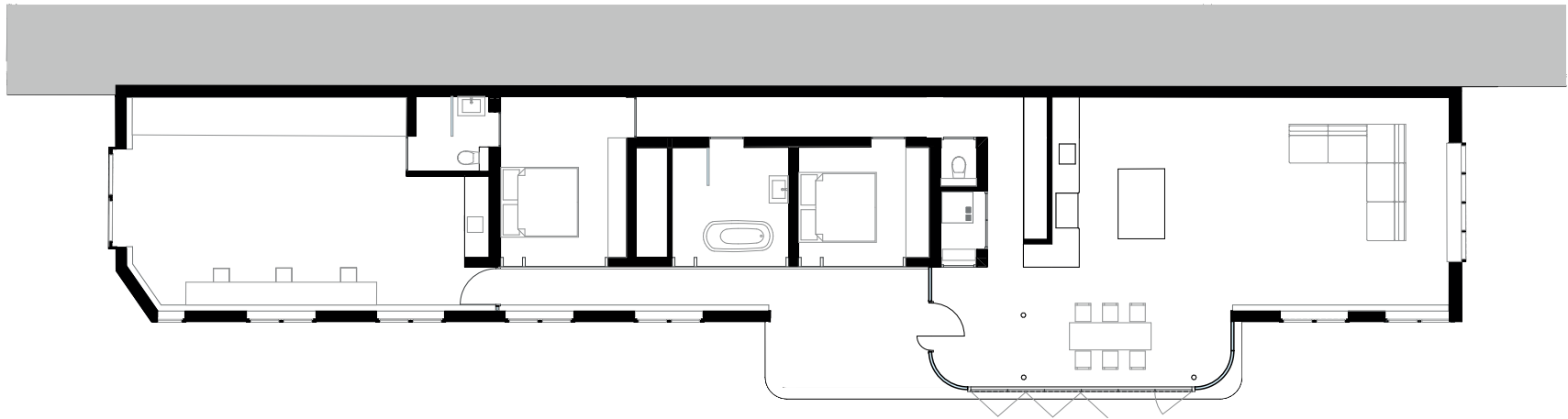
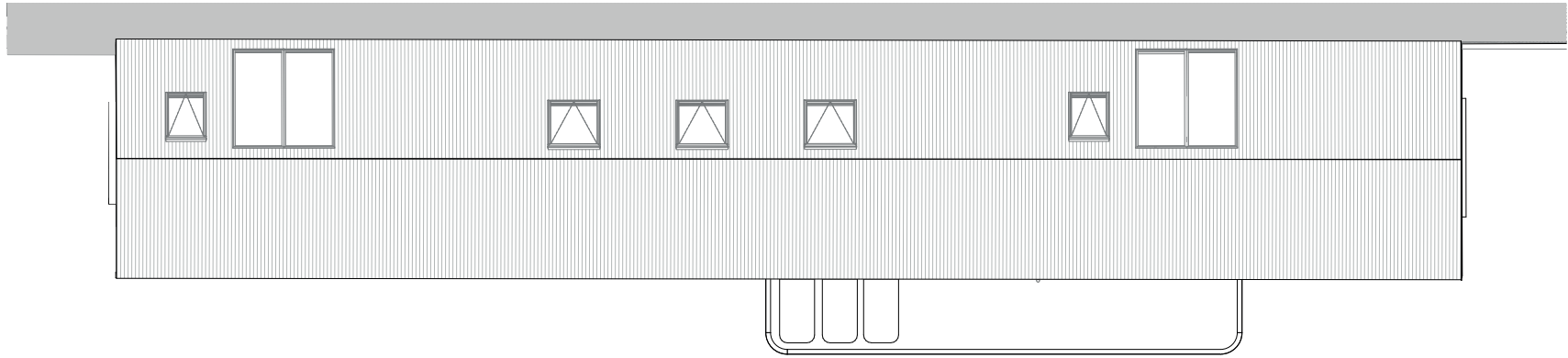
Het atelier is gepositioneerd aan de zuidoostelijke kopgevel, waar de hoogste geluidsbelasting optreedt, en vormt daarmee een logische buffer binnen de indeling.

Cortenstaal als hoofdmateriaal

Het materialisatieconcept is consequent en terughoudend. De bestaande groene houten ra-

batdelen worden behouden, terwijl alle nieuwe toevoegingen zijn uitgevoerd in cortenstaal. Het interne volume is uitgevoerd in hout, wat zorgt voor een warme tegenhanger van het robuuste exterieur. De doorlopende betonvloer – van binnen naar buiten onder de pergola – versterkt de ruimtelijke continuïteit en het samenspel tussen interieur en landschap.





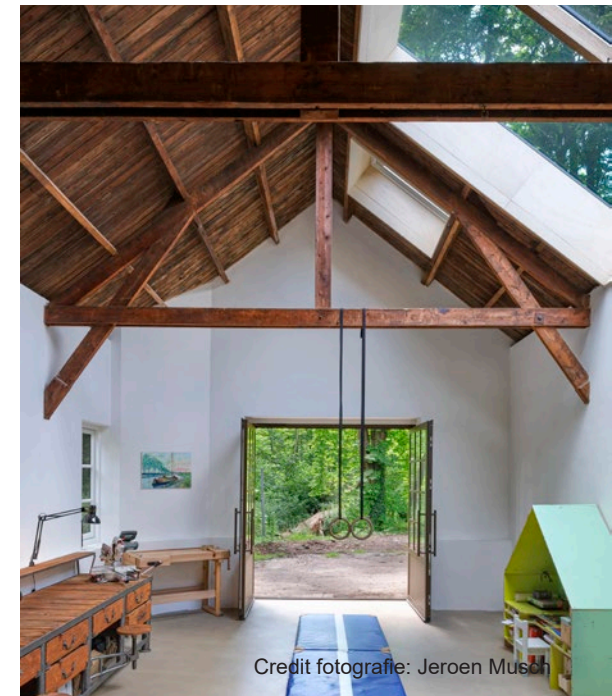
Transformatie van bestaand naar nieuw



Credit fotografie: Jeroen Musch

Historische foto van de schilderwerkplaats, daarnaast hetzelfde perspectief in de bestaande toestand en de eindsituatie van de woonkamer. Het dakbeschoot, de spanten en de hoogte zijn beleefbaar gehouden.

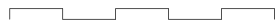
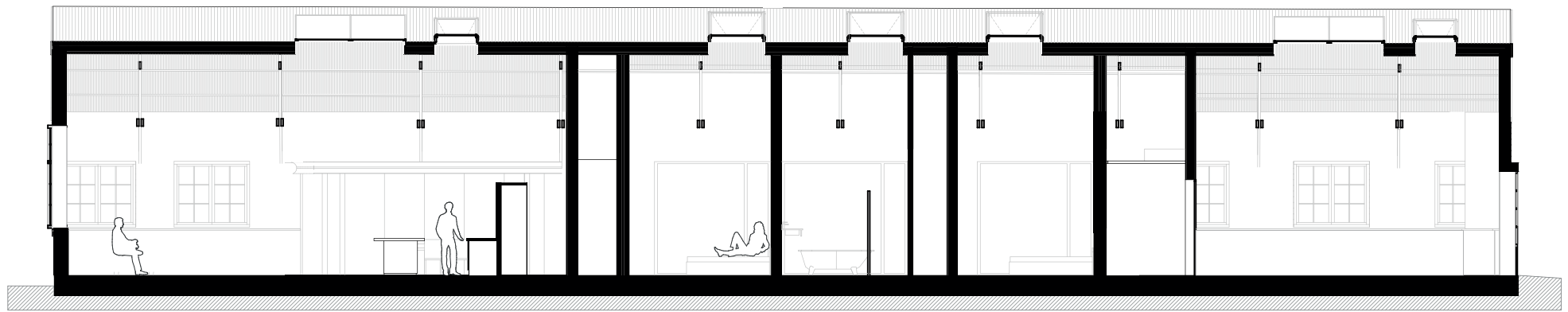
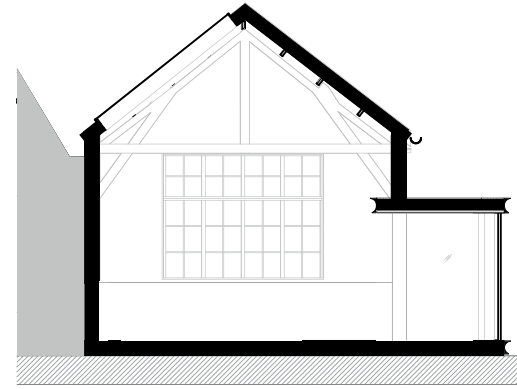
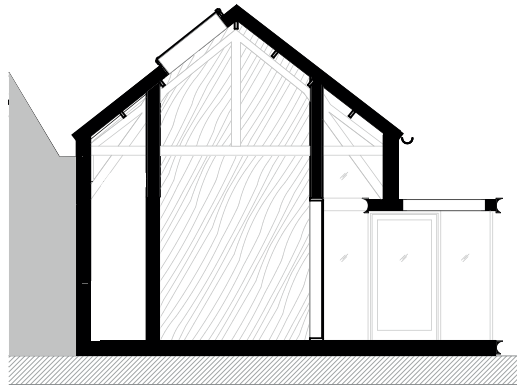
Transformatie van bestaand naar nieuw



Bestaande toestand van de afgeschuinde kop, daarnaast de nieuwe situatie met de grote roestkleurige dubbele deur voor goederen naar het atelier.

Credit fotografie: Jeroen Musch







3D-geprinte cortenstaal
constructie

Beschrijving staalconstructie en/of gebruik van staal

Slank, dragend en esthetisch bijzonder: de logische keuze voor staal

Voor de nieuwe architectonische ingreep aan de voormalige schilderwerkplaats was staal vanaf het begin de vanzelfsprekende keuze. Het materiaal maakt een uiterst slanke draagconstructie mogelijk die tegelijkertijd een grote opening van 12 meter in de bestaande gevel realiseert. De nieuwe staalconstructie functioneert als een tafelconstructie: met slechts drie zichtbare kolommen draagt zij drie bestaande houten dakspanten en creëert zij een krachtige maar lichte oplossing voor zowel de uitbouw als de veranda.

Staal is meer dan 100 jaar aanwezig op het Hembrugterrein

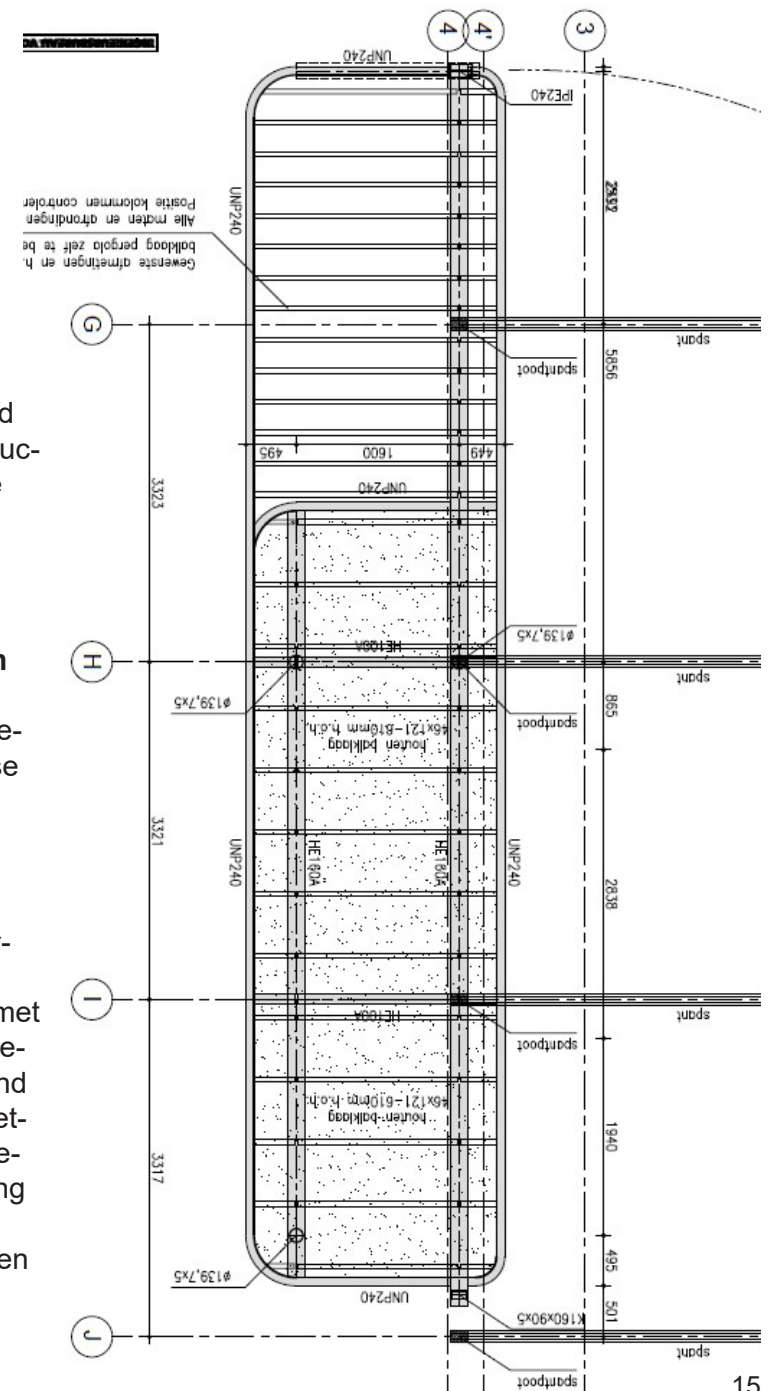
Staal is bovendien onlosmakelijk verbonden met de geschiedenis van het Hembrugterrein. Decennialang vormde het de basis voor de productie van munitie, geweren en later andere industriële onderdelen door Eurometaal. Over het terrein zijn nog altijd talloze stalen elementen zichtbaar — constructief, functioneel en decoratief, vaak met een karakteristieke roestlaag. Het was daarom vanzelfsprekend om staal ook in deze transformatie een prominente rol te geven.

Cortenstaal is een elegant en samenhangend materiaal dat in dit monumentale gebouw structurele stevigheid combineert met esthetische aantrekkingskracht.

Dankzij de innovatieve technologie van MX3D kon het cortenstaal worden ingezet als een verfijnde, volledig zichtbare en structureel dragende oplossing. Daarmee verbindt het ontwerp de industriële geschiedenis van het Hembrugterrein met hedendaagse innovatie in staaltoepassing

3D-printen geeft grote vrijheid in het ontwerp

De constructieve randen van de uitbouw werden in 3D geprint door multi-axes robots. Dit geeft vrijheid in de vormgeving van de rand met zijn asymmetrische doorsnede en de ronde hoeken. De vormgeving van de constructieve rand is ontworpen om zichtbaar te blijven: geen zetwerk of afwerking nodig, de constructief materiaal is subliem. Bovendien is de naamgeving van het gebouw in de rand geprint. Verder is het zo op maat geprint dat de vorm van binnen naar buiten doorloopt.









MX3D

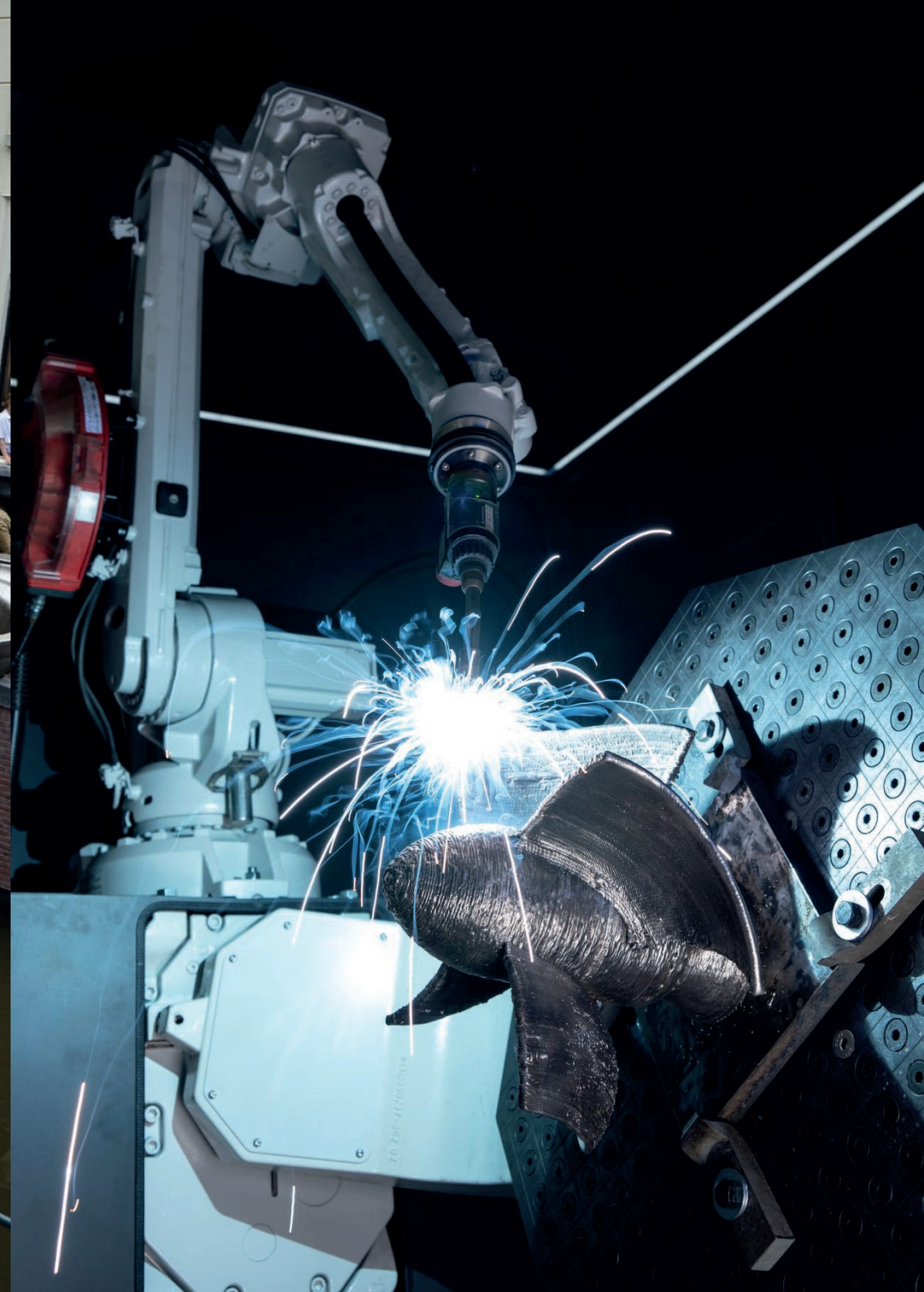
Live Porno Show - Hospital Bar

In den Lichtenkooi

Schilderwerkplaats A5 | Enclave Herengbrug | Inzetwerkplaats | Staalprijs

IMX3D | PRINTED | CONTROLLED | CERTIFIED

© MX3D B.V. | Print on Demand Services Infrastructure | Confidential | For Internal use only. All rights reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the written consent of the copyright owner.



Innovaties op product-, concept- en bouwniveau

Innovatieve samenwerking met MX3D

MX3D is gevestigd in Amsterdam en sinds 2014 wereldwijd toonaangevend in de ontwikkeling van Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM). Internationaal bekend werd MX3D met de eerste volledig 3D-geprinte stalen brug ter wereld in het centrum van Amsterdam – een iconisch project dat de potentie van digitale staalproductie op architectonisch en infrastructureel niveau laat zien.

Dit project als casus voor de bouwindustrie

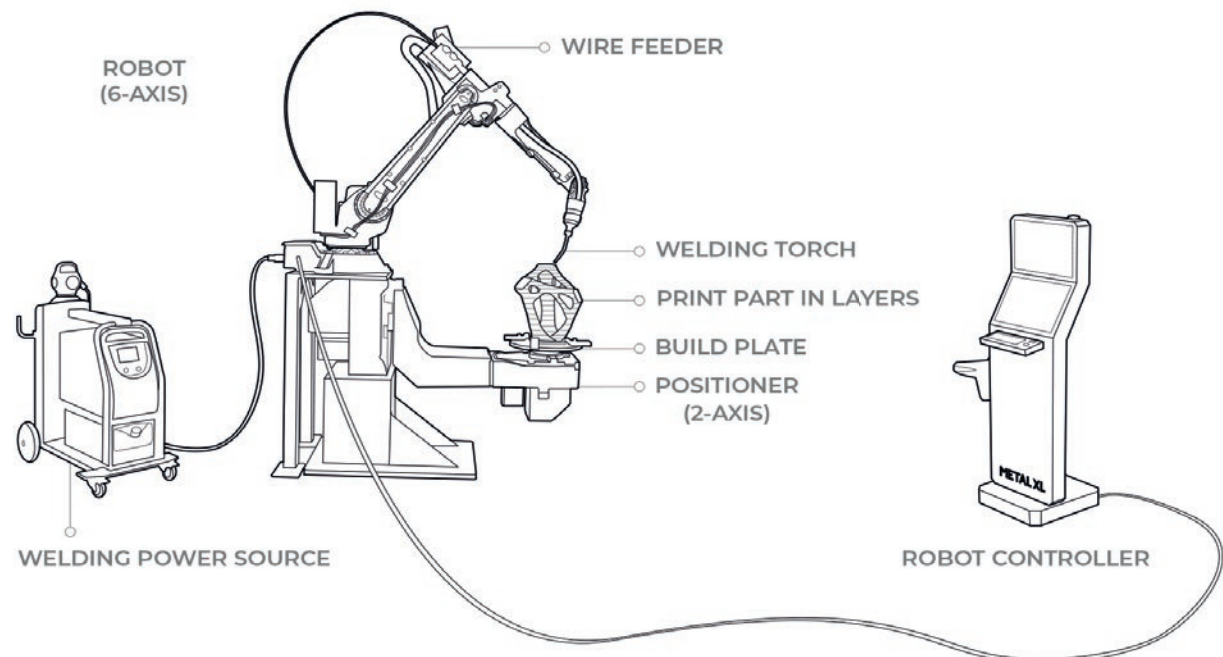
Met deze combinatie van technologische innovatie, ontwerprijheid en schaalbaarheid positioneert MX3D zich als een belangrijke speler in de toekomst van duurzame en digitale staalproductie.

Lokaal geproduceerd complexe structuur

Door productie te baseren op digitale modellen en lokale, on-demand fabricage, draagt WAAM bij aan kortere ketens, minder overproductie en een fundamenteel efficiënter gebruik van staal. Daarmee laat MX3D zien hoe staalconstructies niet alleen innovatief vormgegeven kunnen worden, maar ook substantiële stappen kunnen zetten richting een circulaire en duurzame bouwpraktijk. De kracht van MX3D ligt

daarnaast in de brede toepasbaarheid van de technologie. WAAM wordt inmiddels ingezet in sectoren als bouw en infrastructuur, maritiem, energie en zware industrie, waar het bijdraagt aan efficiëntere productie van grootschalige, dragende componenten.

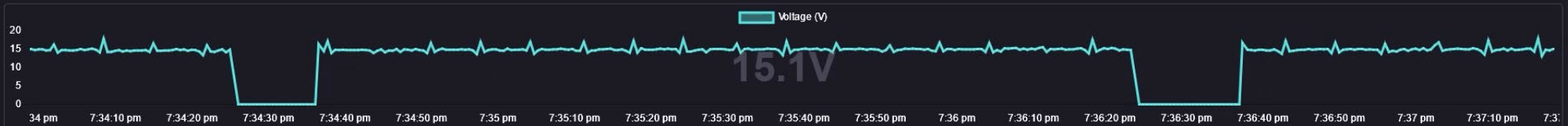
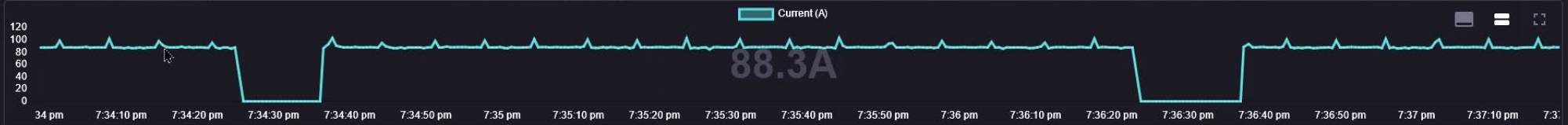
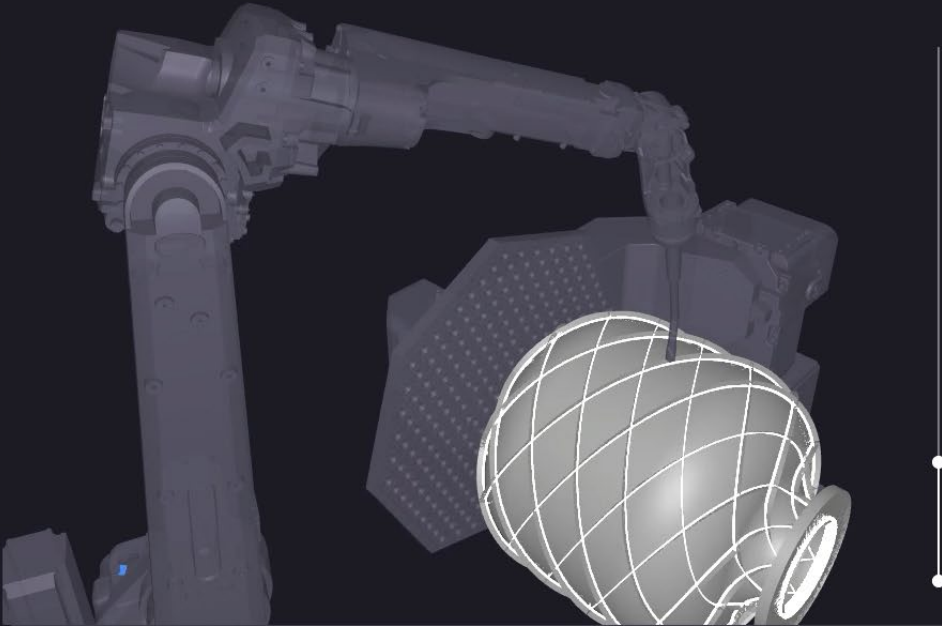
Meer informatie?
Bekijk www.mx3d.com en
<https://mx3d-artlab.com/>



ROBOT 2 STATE (PR_PV13_J2)

Running (Welding)

PAUSE STOP



Innovaties op product-, concept- en bouwniveau

De WAAM-technologie van MX3D

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) is een proces voor grootschalig 3D-printen met metaal, waarbij een elektrische boog wordt gebruikt om metaaldraad te smelten en dit via een industriële robotarm laag voor laag aan te brengen, waardoor volledig dichte componenten op industriële schaal worden geproduceerd. Als de snelste vorm van Directed Energy Deposition (DED) combineert WAAM beproefde booglas-technologie met robotbewegingsbesturing en realtime procesmonitoring om onderdelen te creëren die bijna de uiteindelijke vorm hebben, met een afzettingssnelheid van 2–8 kg/u, wat meer dan 10 keer sneller is dan op laser gebaseerde additive manufacturing.

Ideaal voor parametrisch ontwerp

In de loop van enkele jaren is MX3D's WAAM uitgegroeid van een laboratoriuminnovatie tot een gecertificeerd, productieklaar fabricageproces voor diverse sectoren, waaronder architectuur en infrastructuur. MX3D's WAAM is uitermate geschikt voor de productie van complexe stalen onderdelen. Het maakt eenvoudige aanpassing van ontwerpen mogelijk zonder extra gereedschapskosten, waardoor het ideaal is voor de productie van grote volumes parametrisch

ontworpen onderdelen.

Van digitaal ontwerp naar kant-en-klaar product

Door het elimineren van gereedschappen, malen en matrijzen biedt het een radicaal alternatief voor traditioneel gieten en smeden, waardoor doorlooptijden met tot wel 80% worden verkort en een materiaalbenutting van ~90% wordt bereikt. Als Europa's toonaangevende WAAM-productiefaciliteit biedt MX3D geïntegreerde WAAM-systemen, eigen MetalXL-software en on-demand printdiensten om in aanzienlijk minder tijd van digitaal ontwerp naar een gecertificeerd metalen onderdeel te gaan.

Omdat u standaard lasdraad, gas en verbruiksartikelen kunt gebruiken, liggen de exploitatiekosten (OPEX) voor WAAM aanzienlijk lager dan bij andere 3D-printtechnologieën. Bovendien zijn de materialen wereldwijd verkrijgbaar en scherp geprijsd. Een WAAM-machine is opgebouwd uit standaard lasapparatuur en een industriële robot. Dit zorgt voor een machine met relatief lage investeringskosten en een industriële levensduur van tientallen jaren. De kern van een WAAM-machine is een krachtige, volledig geïntegreerde workflowsoftware,

MX3D's MetalXL, die apparatuur, sensoren, rapportage en toolpathing integreert in één uniform en gekwalificeerd systeem.

De 3D-geprinte rand is een eindproduct die snel klaar was voor montage op de bouw. Geen afwerking of bekleding nodig, geen extra werkzaamheden: **door te kiezen voor een 3D-print oplossing hebben wij tijd gewonnen ondanks de complexiteit van het ontwerp.**

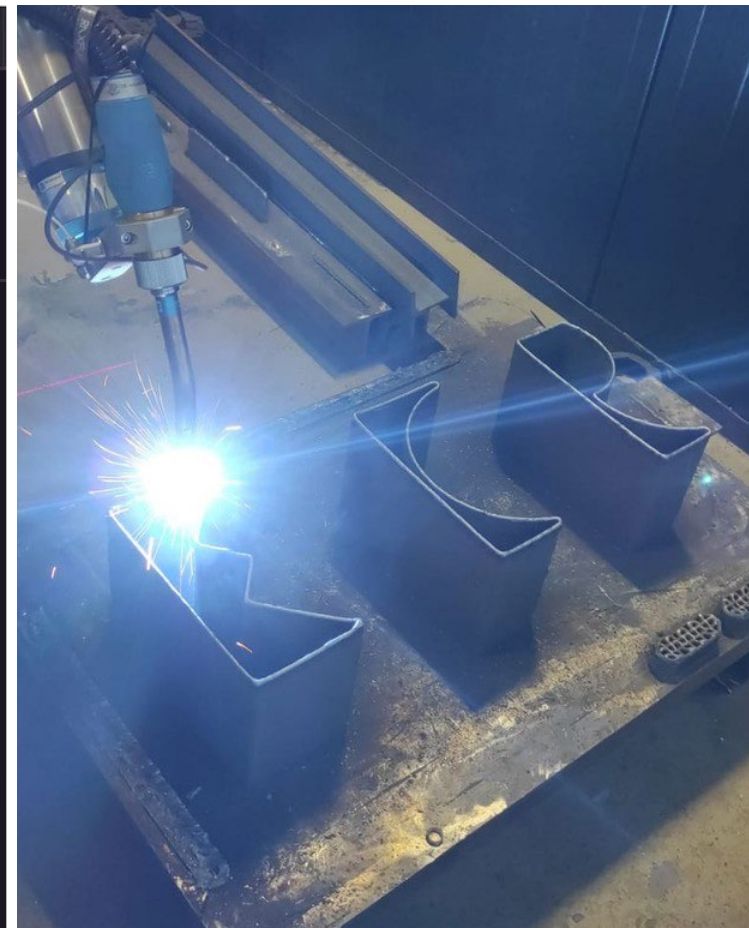
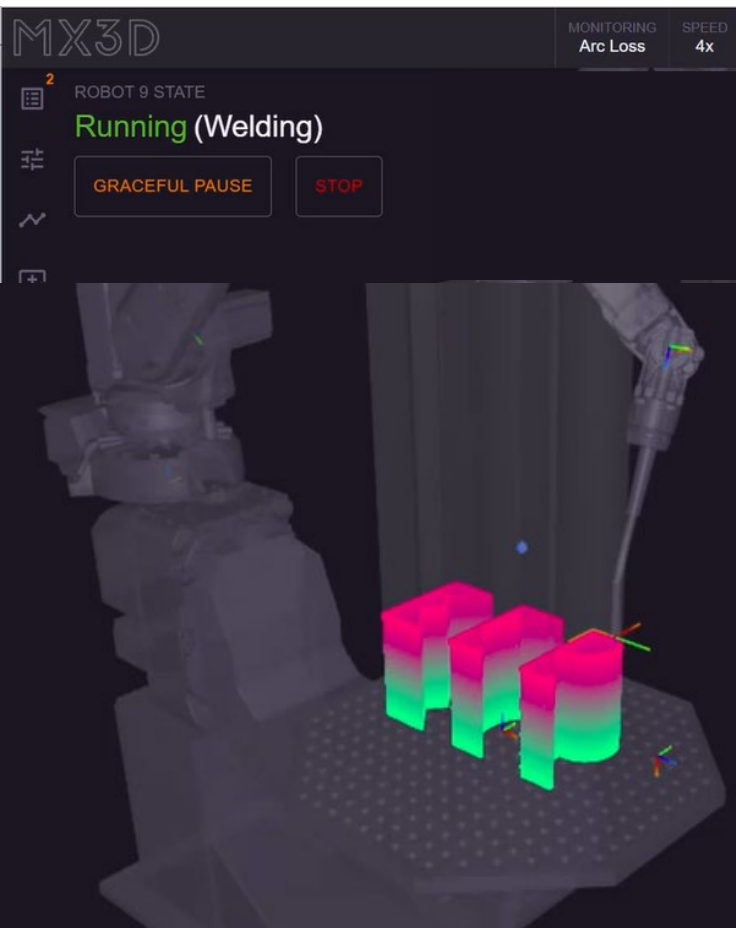


Innovaties op product-, concept- en bouwniveau

De brede toepassingen van WAAM en de expertise van MX3D

Gewichtsoptimalisatie van constructies en ontwerpvrijheid bieden een concurrentievoordeel bij het inschrijven op de meest geavanceerde architecturale projecten. Met de flexibele productie- en Metal AM-systemen van MX3D kan elk onderdeel uniek zijn zonder dat dit extra tijd of kosten met zich meebrengt. MX3D heeft ruime ervaring met het opleveren van gekwalificeerde AEC-projecten over de hele wereld.

Ook binnen kunst en design – via het MX3D Art Lab – wordt de technologie toegepast om complexe, vrijgevormde staalstructuren te realiseren die met traditionele technieken niet maakbaar zijn. Daarmee vormt MX3D een unieke schakel tussen industrie, architectuur en kunst, en toont het bedrijf hoe digitale staalproductie nieuwe ontwerpvrijheid combineert met een aantoonbaar lagere milieu-impact.



Bestaande toestand van de afgeschuinde kop, daarnaast de nieuwe situatie met de grote roestkleurige dubbele deur voor goederen naar het atelier.

Bijzondere constructieve slimmigheden / detailleringen

Slimme vervanging van UPN door uniek en op-maat profiel

Dit project vervangt een traditionele UPN-profieloplossing door een 3D-geprint staalprofiel in cortenstaal. Waar bij een conventionele UPN doorgaans aanvullende bekleding nodig is voor esthetiek en bescherming, vormt het geprinte cortenstaal direct zowel de constructie als de zichtafwerking. Dit resulteert in een integraal en materiaal-efficiënt ontwerp.

Slank en stevig: het optimaal profiel van 3mm

Het profiel is 280 mm hoog en is slank uitgevoerd: 3 mm. Het is lokaal versterkt met een subtiel geïntegreerd lipje. Door deze gerichte materiaaltoevoeging ontstaat de benodigde stijfheid zonder overdimensionering. Ten opzichte van een traditionele oplossing wordt 55% minder staal toegepast, wat leidt tot een duidelijke reductie in materiaalgebruik en bijbehorende milieubelasting.

16m doorlopende rand zonder naden

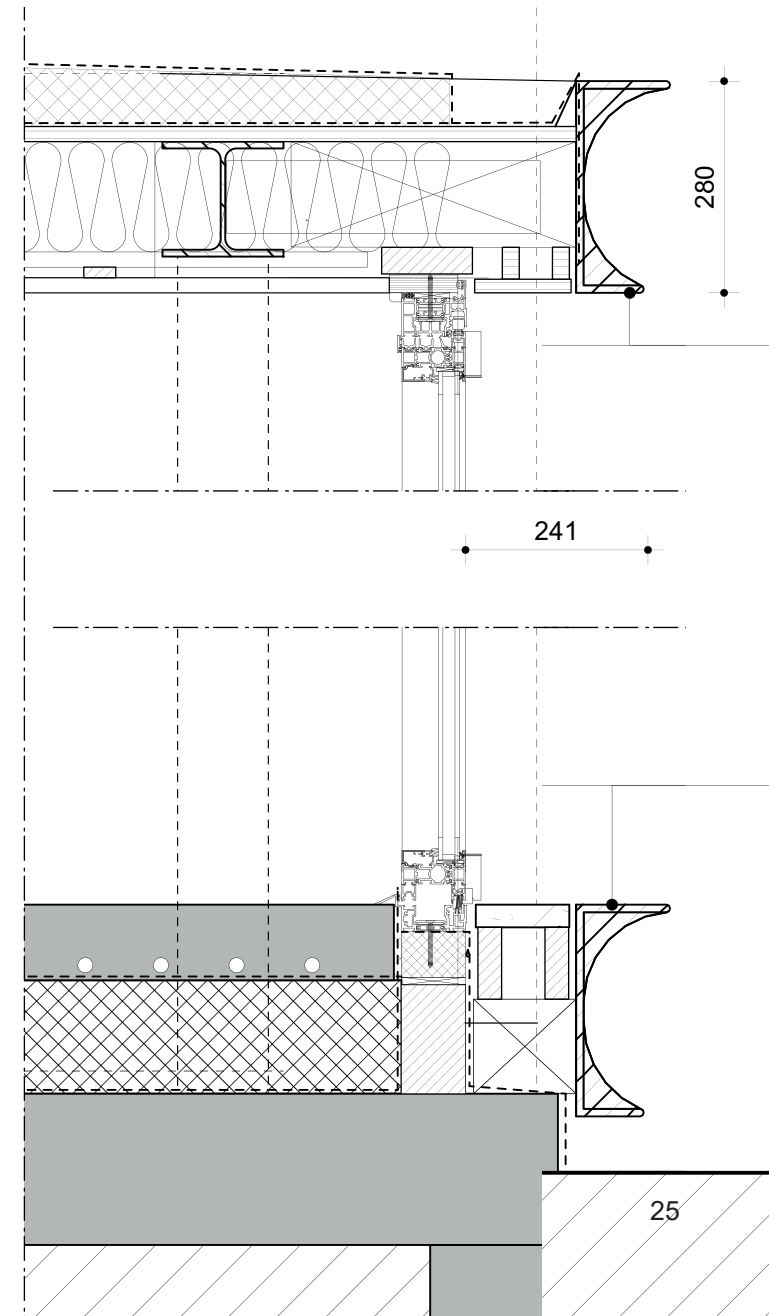
De ontwerpvrijheid van het printproces maakt het mogelijk om het profiel te realiseren als één doorlopend object, zonder naden of verbindingen. Dit resulteert in ronde, vloeiende en

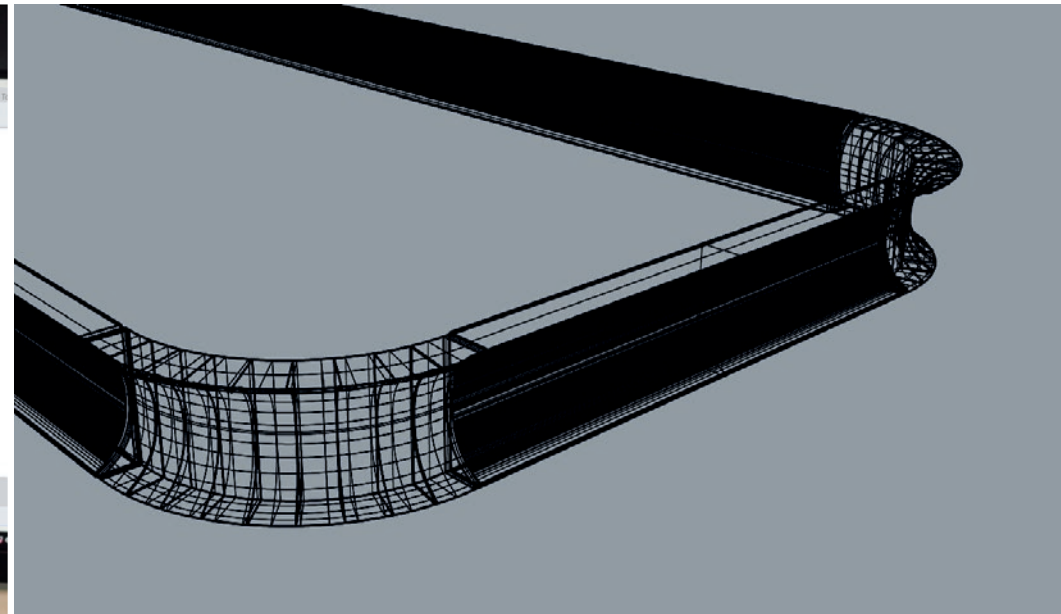
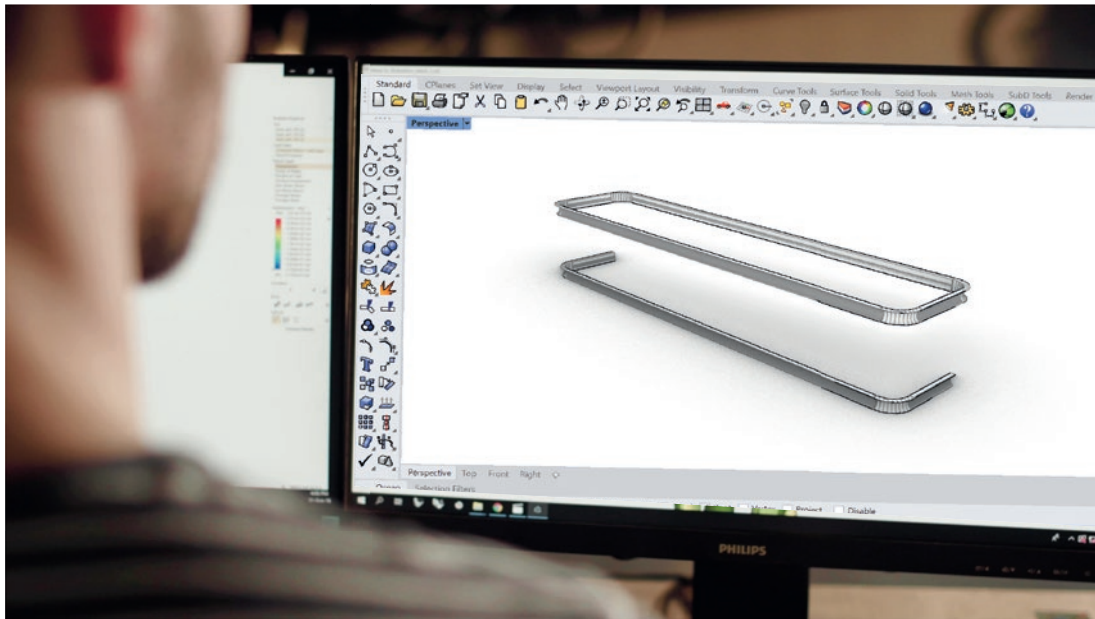
elegante hoeken die met conventionele technieken lastig of inefficiënt te produceren zijn. De afwezigheid van voegen draagt bovendien bij aan de duurzaamheid en esthetische kwaliteit van het geheel.

De combinatie van materiaalreductie, functionele integratie en hoogwaardige vormgeving maakt deze oplossing tot een innovatief en toekomstgericht alternatief voor traditionele staalprofielen.

Proefstukken geprint tijdens de ontwerpfase

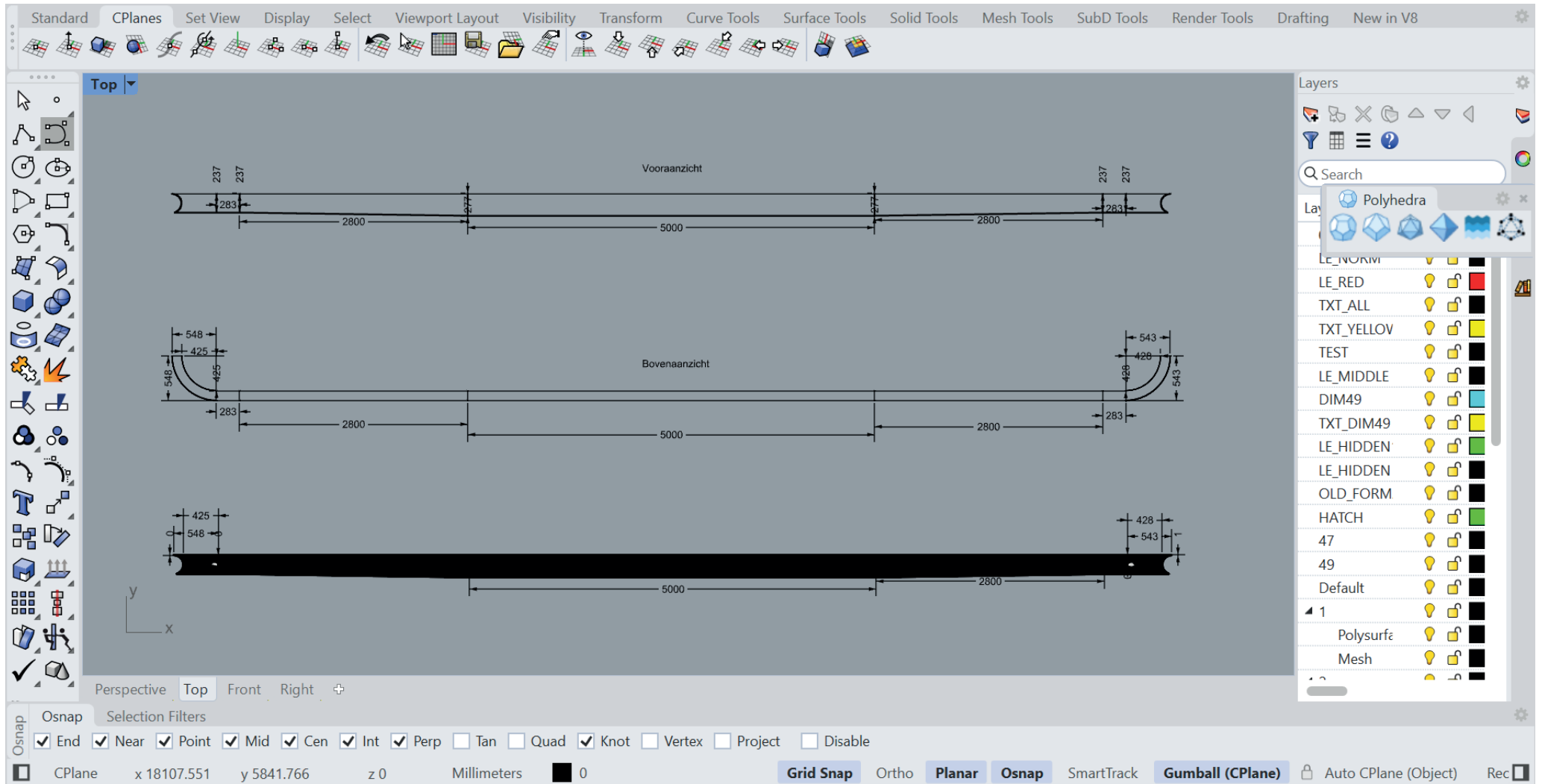
Tijdens de ontwikkelingsfase zijn drie prototypes vervaardigd om het definitieve profielontwerp te evalueren en te verfijnen, waardoor aanpassingen in geometrie, printkwaliteit en uiterlijk mogelijk waren voordat de volledige productie van start ging.

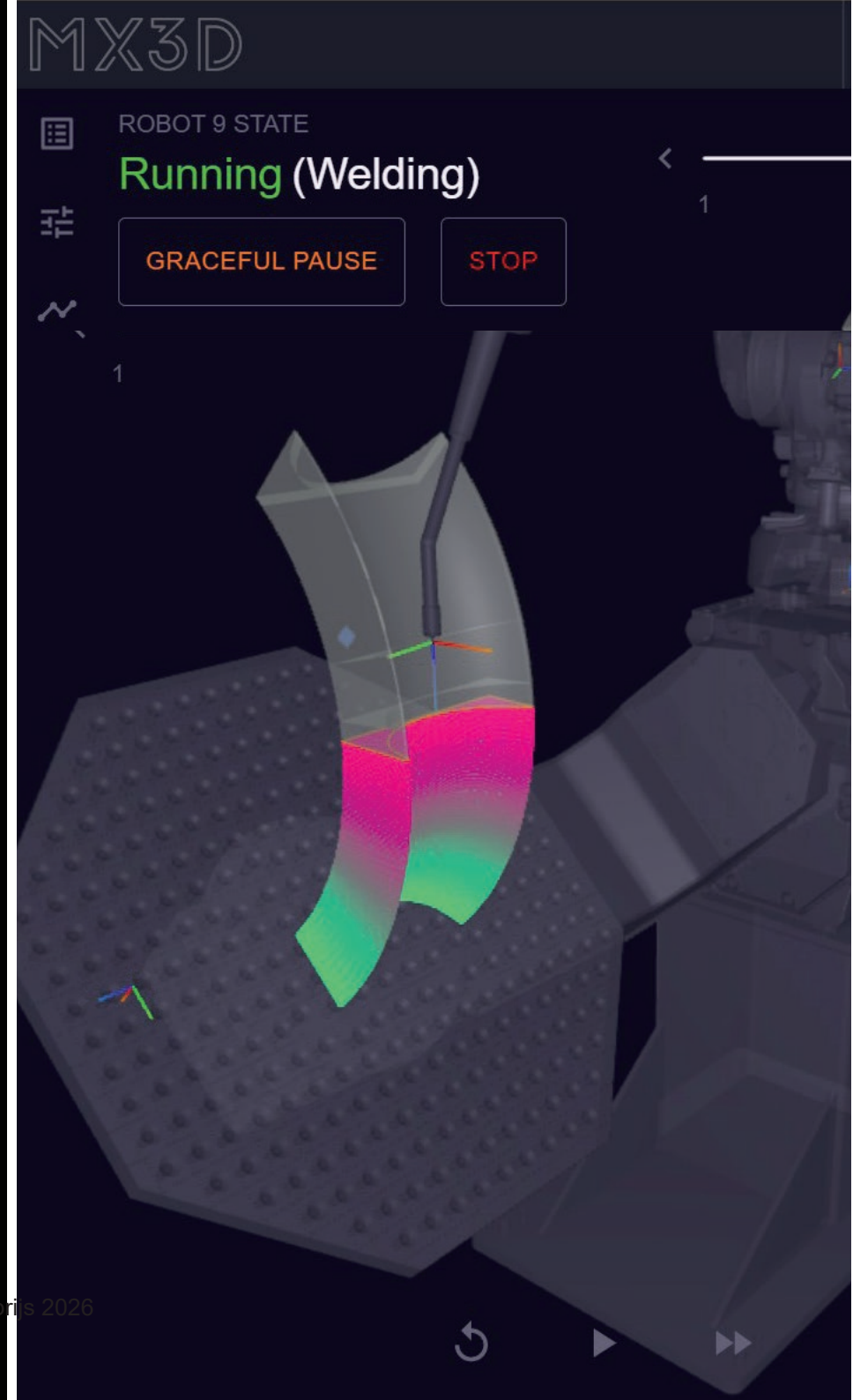




De architecten leverden het 3D-model. MX3D zorgde voor de digitale optimalisatie en de bewerking in eigen software voor het 3D-printen met de robots.

Bijzondere constructieve slimmigheden / detailleringen





Bijzondere aspecten uitvoering

Lokale uitvoering, 24/7 productie, korte keten

Het printen vond plaats in de werkplaats in Nederland gedurende drie afzonderlijke productieperiodes, waarbij dag en nacht continu werd gewerkt met twee robotsystemen. Het totale productieproces vergde 397 roboturen en werd voltooid in ongeveer 6-7 weken, inclusief het instellen, kalibreren en de overgangen tussen de printfasen.

3D-printen zorgt voor minder fysiek zware en repetitieve handelingen

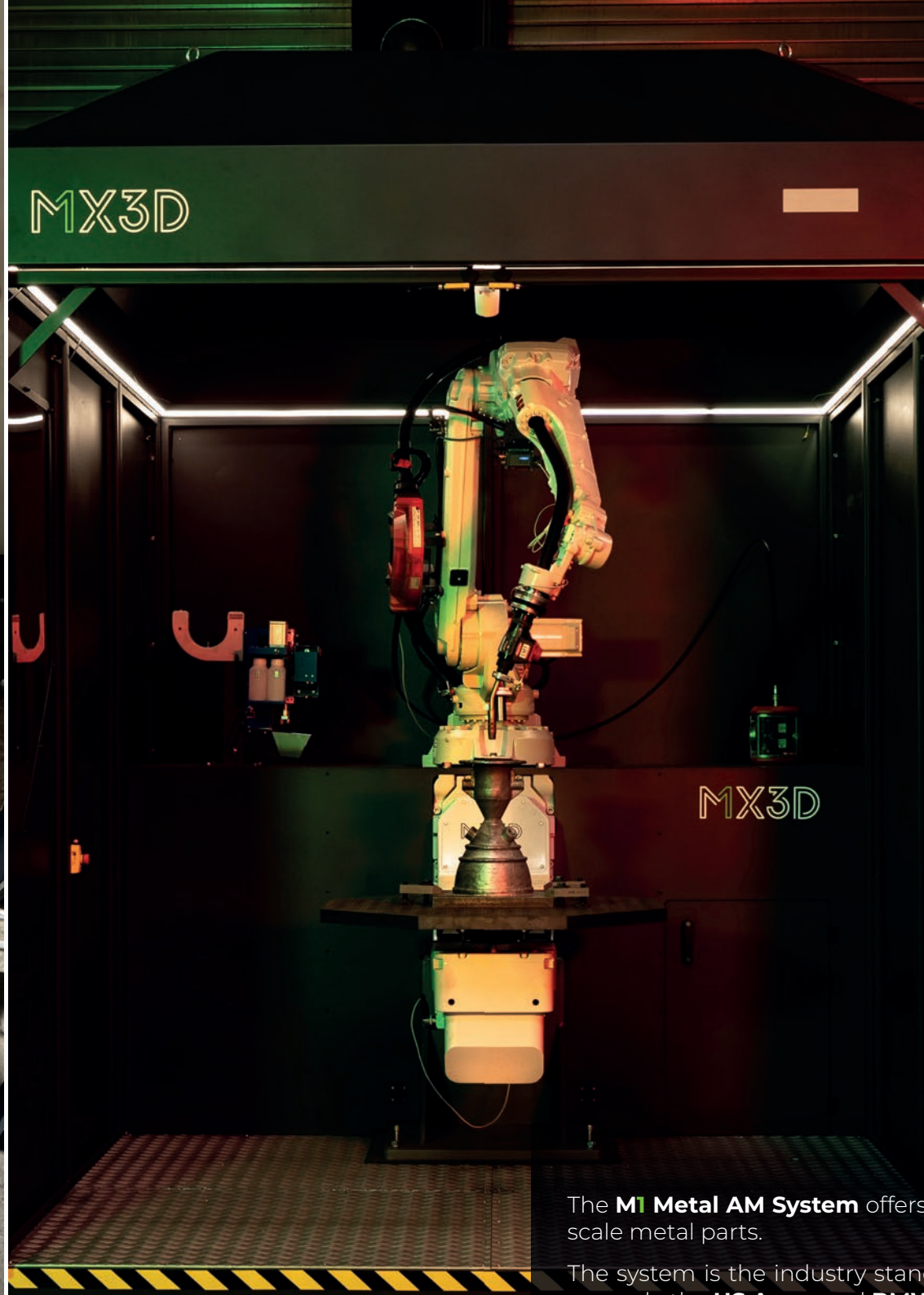
Binnen MX3D staat een veilige, gecontroleerde en toekomstgerichte werkomgeving centraal. Door de inzet van geautomatiseerde 3D-print-technologie (WAAM) verschuift het werk van fysiek zware en repetitieve handelingen naar programmering, monitoring en kwaliteitscontrole. Dit leidt tot een vermindering van fysieke belasting en een hogere mate van ergonomie voor medewerkers en verkleint dus de risico's voor de medewerkers.

De productie vindt plaats in een digitale en voorspelbare omgeving, waarin processen vooraf worden gesimuleerd en continu worden gemonitord. Dit verhoogt de veiligheid en beperkt faalkosten. Medewerkers werken met

geavanceerde technologieën en ontwikkelen specialistische kennis, wat bijdraagt aan aantrekkelijk en toekomstbestendig vakmanschap.

3D-printen biedt daarnaast inhoudelijke voordelen in het productieproces. Er komen minder nabewerkingen. Door de integratie van functies en vormen worden assemblage en handmatig werk gereduceerd. De digitale aansturing borgt constante kwaliteit en hogere precisie.

Deze combinatie van verbeterde arbeidsomstandigheden en efficiëntere productie maakt 3D-printen niet alleen een technische innovatie, maar ook een sociale en organisatorische vooruitgang binnen de staalbouw.



Schilderwerk 45 | Eindhoven Hembrug | Inzending Nationale Staalprijs 2026

The **M1 Metal AM System** offers scale metal parts.

The system is the industry stan

Bijzondere aspecten uitvoering

MetalXL Software: ervaar de digitale omgeving via Youtube

Bekijk de bijgevoegde video's om de digitale omgeving van de software te ervaren.

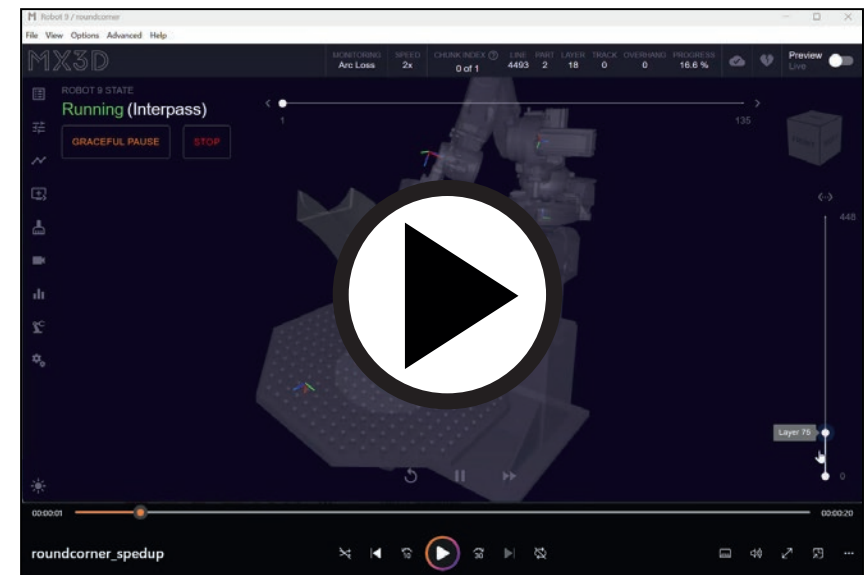
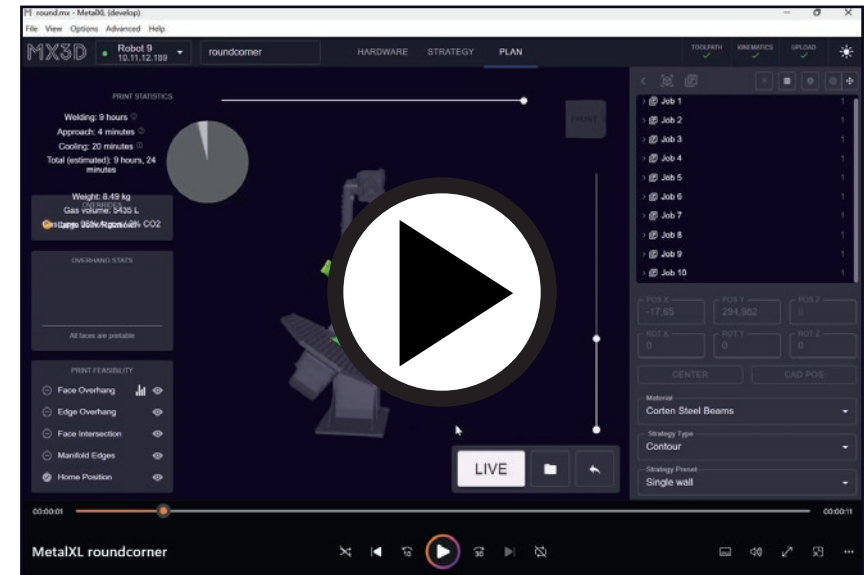
<https://www.youtube.com/watch?v=TAz4VYC-DAus&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=jXj2XQrv7ql>

MetalXL Printing: bekijk de robot aan het werk

Bekijk de bijgevoegde video en krijg een indruk van het werk van de robot tijdens het printen van de cortenstaal rand:

<https://youtube.com/shorts/-fjLH18u-O0?feature=share>





Bijzondere aspecten uitvoering

Levering en montage: in één dag klaar

Alle onderdelen werden samen in één vrachtwagen vervoerd om de logistiek te optimaliseren en de impact van het transport te verminderen. De installatie van de stalen elementen nam ter plaatse ongeveer 6 uur in beslag en werd uitgevoerd door een team van 3 mensen met behulp van één kraan voor het hijsen en positioneren.

De constructie werd gemonteerd met behulp van boutverbindingen met moeren en bouten, wat een droog, efficiënt en snel bouwproces mogelijk maakte.

Optimale bouwwerkzaamheden voor mens en dier

Het toepassen van geprefabriceerde staalonderdelen biedt niet alleen constructieve en logistieke voordelen, maar draagt ook wezenlijk bij aan een gezondere en duurzamere leefomgeving voor mens en dier. Door onderdelen grotendeels in de fabriek te produceren, wordt de bouwplaats compacter, stiller en schoner. Dit beperkt geluidsoverlast, stofvorming en bouwverkeer in de directe omgeving, wat de impact op omwonenden, flora en fauna aanzienlijk vermindert. Ook neemt de bouwtijd op locatie

sterk af, waardoor verstoring van ecosystemen en stedelijke leefomgevingen tot een minimum wordt beperkt.

Door de WAAM technologie ontstaat minder materiaalverlies en kan zeer nauwkeurig worden geproduceerd. Metalen onderdelen kunnen hierbij exact op maat en uitsluitend daar waar constructief noodzakelijk worden opgebouwd. **Hierdoor wordt aanzienlijk minder grondstof verbruikt en ontstaat vrijwel geen restafval.**

Metaal 3D-printen maakt daarnaast een nieuwe vormvrijheid mogelijk, waarbij complexe verbindingen en organische structuren efficiënt geproduceerd kunnen worden zonder extra materiaalgebruik of zware bewerkingen. Dit leidt tot lichtere constructies en een lagere milieu-impact tijdens transport en montage. Omdat onderdelen digitaal worden ontworpen en geproduceerd, ontstaat bovendien een hoge mate van precisie en kwaliteitscontrole, wat de veiligheid voor gebruikers en bouwmedewerkers verhoogt.

De combinatie van prefabricage, staal en metaal 3D-printen laat zien hoe innovatieve bouwmethoden kunnen bijdragen aan een toekomst-

bestendige bouwsector: efficiënter en met meer aandacht voor de kwaliteit van de leefomgeving van zowel mens als dier.



SCHILDERWERKPLAATS A5

Bijzondere functionele aspecten van het bouwwerk

De 3D constructie zorgt voor de grote opening en de vrijstaande luifel

De uitbouw opent het bestaande volume over een lengte van 12 meter, waarvan 6 meter is ingericht als veranda. Hiermee ontstaat een geleidelijke overgang tussen binnen en buiten, met een sterke ruimtelijke en functionele verbinding.

Centraal in het ontwerp staat de 3D-geprinte cortenstalen rand, die zowel binnen als buiten een constructief dragende rol vervult. Deze rand functioneert als onderdeel van een schijfconstructie waarop drie houten dakspanten afdragen. De draagstructuur is slank en terughoudend vormgegeven: met slechts drie kolommen blijft de ruimte maximaal vrij en transparant, wat de functionaliteit en beleving versterkt. De overkapping met een overspanning van 6 meter is kolomvrij en creëert zo een beschutte buitenruimte die direct aansluit op de veranda. Er zijn drie geïntegreerde daklichten opgenomen, die zorgen voor een royale toetreding van daglicht en de kwaliteit van de verblijfsruimte verhogen.

Door deze integratie wordt constructie en architectuur tot één samenhangend element gemaakt.

De kracht van een doorlopend uniek detail

De detaillering van de rand loopt consequent door van binnen naar buiten en is zorgvuldig uitgewerkt met onderbrekingen van koudebruggen, waardoor zowel de constructieve als bouwfysische prestaties zijn geoptimaliseerd. Daarnaast vervult de 3D-stalen rand een dubbele functie als onderdeel van de overkapping van de veranda.

SCHILDERWERKPLAATS A5

Duurzaamheid

Dit project is een overtuigend voorbeeld van hoe circulariteit, vakmanschap en innovatie elkaar versterken. Door bestaand materiaal als uitgangspunt te nemen en staalgebruik fundamenteel te herdenken — met onder meer 3D-geprint ontwerp — ontstaat een oplossing met minimale milieu-impact en maximale ruimtelijke kwaliteit. Het project toont dat duurzame keuzes niet beperkend zijn, maar juist leiden tot meerwaarde en karakter.

Hergebruik van bestaand en afval voorkomen:

- Behoud van de bestaande betonvloer (voorkomen afval en transport), geïsoleerde betonvloer erop gestort.
- Reparatie van het bestaande dakbeschot met bestaande vrijkomende rabatdelen uit de gevels.
- De dakpannen zijn hergebruikt en kapotte aangevuld met de vrijkomende pannen van de dakramen.
- De enkelglas originele ramen werden omgebouwd tot kledingkasten en kippenhok.
- Gebruik maken van tweedehandse materiaal: wc's, bad, wastafels, binnendeuren en sommige kranen zijn tweedehands ingekocht.

Optimalisatie van staal voor minder milieu-impact:

- Minder staal gebruik voor de nieuwe constructie (uitbouw): in samenwerking met MX3D is de draagconstructie van de uitbouw deels 3D geprint. In plaats van een standaard UNP profiel is er een hol-profiel gerealiseerd, vanaf binnen en buiten zichtbaar, in cortenstaal.

Nieuwe grondstoffen zoveel mogelijk tweedehands ingekocht of van biobased materialen:

- Hoogwaardige biobased isovlas isolatie voor wanden en dak. Gebruik van prefab hout/isovlas dakelementen van IsoVlas op het dakbeschot zodat deze met de spanten beleefbaar blijft.
- Gebruik van het lokaal gekapte kastankehout voor het maken van de keukens. (Bij het saneren van vervuilde grond rondom het gebouw werden de bomen gekapt, deze hebben Julie en Gijs gezaagd en planken van gemaakt voor de keukens. Nu nog een munitie kogel te zien in de keukenblad!)
- Houtskeletbouw en finse vuren of populier platen als afwerkingsmateriaal inbouwhuisje

Dampopen constructie, grote daglichttoetreding en 100% op groene elektriciteit:

- HR++ beglazing.
- Warmte terugwinventilatie volledig uit het zicht geïntegreerd
- Vloerverwarming gekoppeld aan water/lucht warmtepomp (laag temperatuur verwarming)

Natuurinclusief gebouw: Vleermuisvriendelijke spouw gerealiseerd

Dit project laat zien dat duurzaam bouwen verder kan gaan dan optimalisatie alleen: het herdefinieert wat waarde is.



Materiaalgebruik (efficiëntie)

Optimaal staalprofiel zorgt voor 55% materiaalreductie

In nauwe samenwerking met de constructeur en MX3D is het randprofiel fundamenteel geoptimaliseerd. Door te kiezen voor een slank 3 mm profiel is het materiaalgebruik met circa 55% gereduceerd ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp. Dit resulteert niet alleen in een aanzienlijke besparing in staal massa en printtijd voor het profiel zelf, maar ook in een lichtere belasting en daarmee optimalisatie van de ondersteunende kolommen. De totale materiaalreductie — inclusief de impact op primaire grondstoffen — is daarmee in werkelijkheid nog groter dan deze cijfers alleen laten zien.

Uiteindelijk werd **656,3 kg materiaal** nodig om deze constructie te maken voor een **totale lengte van bijna 45m**: 29m (boven rand) en bijna 16 m lengte (onder rand).

Lengte van de 3D-geprinte rand

Bovenste deel: binnencontour: 27914,8 mm

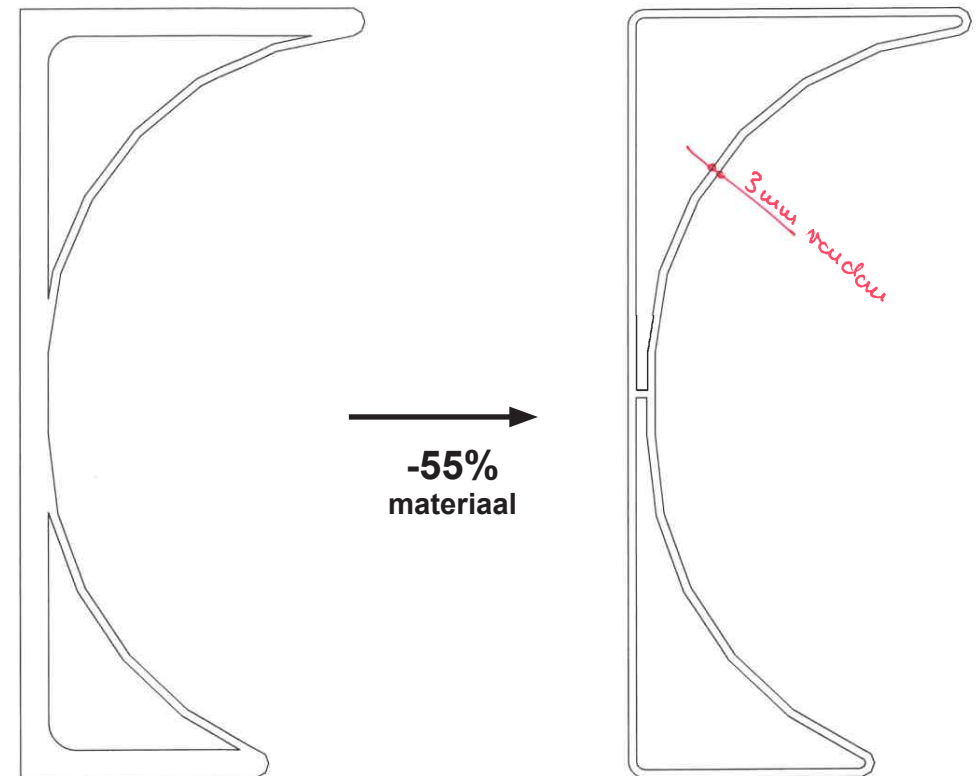
buitencontour: 28684,4 mm

Onderste deel: binnencontour: 15.457,4 mm

buitencontour: 15.842,2 mm

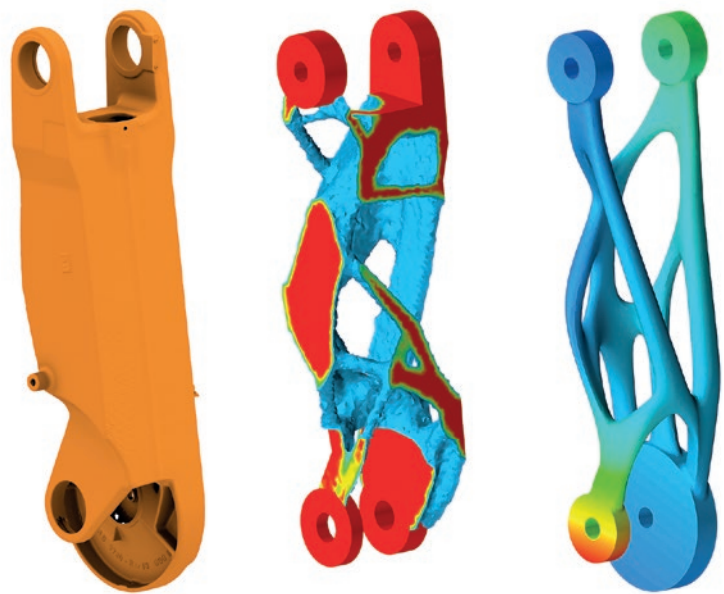
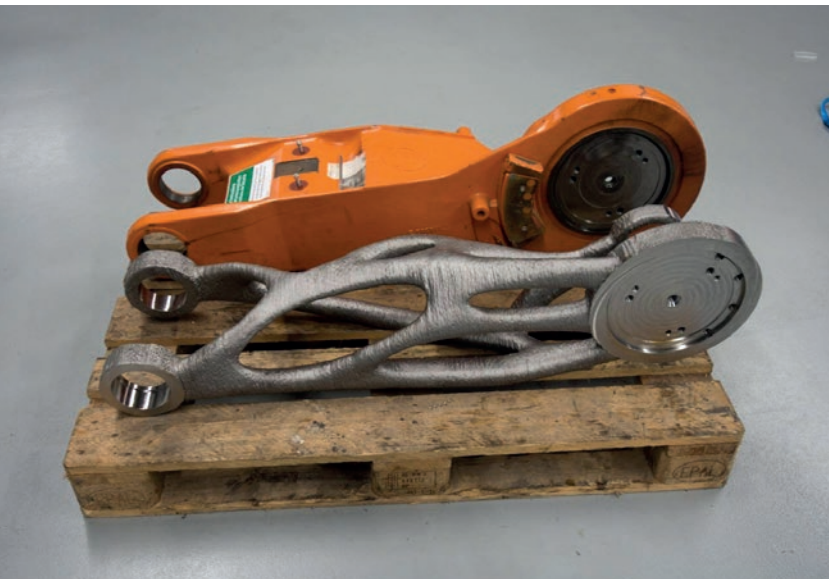
Gehele constructie: binnencontour: 43.372,2 mm

buitencontour: 44.526,6 mm



$$A = 5620\text{mm}^2$$

$$A = 2553\text{mm}^2$$



Voorbeeld materiaal efficiëntie door de WAAM technologie: MX3D Robot Arm Topology Optimization

Materiaalgebruik (efficiëntie)

Besparing van materiaal en lager milieu-impact

Op basis van het LCA-onderzoek van diverse wetenschappers* zoals Anne Becker, PhD aan de Technische Universiteit Delft, kunnen interessante conclusies worden getrokken over de mogelijkheden om de CO₂-uitstoot per kg metaal te verminderen in vergelijking met processen zoals frezen en gieten. Het onderzoeksobject is een roestvrijstalen onderdeel van 300 kg (afb. 1), dat met alle drie de technologieën kan worden vervaardigd. Dit betekent dat wanneer een ontwerp volledig is geoptimaliseerd voor 3D-printen, en daardoor moeilijk te vervaardigen is met een standaard productieproces, de voordelen nog groter zouden zijn.

(*bronnen zijn op verzoek verkrijgbaar bij MX3D)

Eindonderdelen van kg geproduceerd met WAAM in vergelijking met frezen kunnen in specifieke gevallen tot 95% materiaalbesparing opleveren ten opzichte van frezen. Voor dit onderzoek werd een voorbeeld met 40% materiaalbesparing gebruikt voor de vergelijking. Voor gieten is geen mal nodig en WAAM-ontwerpen kunnen aanzienlijk beter worden geoptimaliseerd dan standaard I- of H-balken, aangezien dergelijke standaardelementen doorgaans

overgedimensioneerd zijn voor specifieke toepassingen.

Positieve impact door opschaling en ontwikkeling

Naarmate de technologie zich verder ontwikkelt en op grotere schaal wordt toegepast, wordt WAAM steeds vaker onderzocht voor de middelgrote tot grootschalige productie van unieke, geoptimaliseerde onderdelen, wat een aanzienlijke besparing oplevert in gewicht, materiaal en doorlooptijd. De prijs per kg zal concurrerender worden met de beschikbare productieprocessen voor dergelijke unieke, geoptimaliseerde onderdelen (zoals parametrisch ontworpen verbindingstukken of gegoten knooppunten).

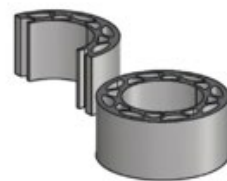


Fig. 1
Part used in comparative analysis
LCA TU Delft

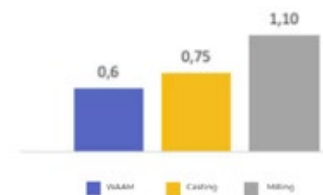


Fig. 2
CO₂ equivalent material (kg)

MX3D



Schilderwerkplaats A5 | Endaivē Hembrug | Inzending Nationale Staalprijs 2026

Manufacturer Name MX3D
 Dynamostraat 46
 1014 BK Amsterdam
 +31 20 737 2450 | info@mx3d.com

Certificate ID 2021M12-000-01



GENERAL INFORMATION

Inspection Certificate	EN 10204 Type 3.2
Purchaser	MX3D
Manufacturer	MX3D
Type of product	DED-Arc printed plates
AM equipment	M1 Additive Manufacturing System -Robot: IRB 2600ID-B/2.0 Type A -Controller: ABB IRC5 with RobotWare 6.11 -Welding machine: Fronius TPS 500i -Positioner: IRBP A750 D1450 Type A
Material Requirements	SA516-70
Supp requirements	x

PRODUCT DESCRIPTION

Type of part	Thickness (mm)	Height (mm)	Length (mm)	Delivery condition	Wire used	Wire heat no	DPS	Tested part ID
Straight wall	13	220	370	As printed	E70C 6M H4	857512	01	01 SWE70

FURTHER INFORMATION

Printed part has to meet the mechanical requirements ASME IIA.2015 SA516-70. DPQR 01

DELIVERY CONDITION

As printed, first 5 layers (buffer zone) are not included either in the final part nor the tested part.

TENSILE TEST (AS PER ASTM E8)

Test no:	Orientation	Temperature (C)	R _{0.2H} Yield Strength (MPa)	Rm (MPa)	A%	Z%
1	Z (vertical)	RT	417	580	34.0	73
2	Z (vertical)	RT	406	564	28.7	72
3	Z (vertical)	RT	411	564	32.5	73

IMPACT TEST (AS PER ASTM A370)

Test no:	Orientation	Specimen size	Temperature (C)	Values (KV [J])			Mean value [J]
1	Z (vertical)	10x10	-46	63	40	34	46
2	Horizontal	10x10	-46	21	25	44	30
3	45deg	10x10	-46	41	30	33	35

CHEMICAL COMPOSITION (WT% GDOES)

C	SI	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Mo	Ti	V	Al	Nb
0.11	0.91	1.57	0.008	0.005	0.03	0.09	0.02	<0.01	0.018	<0.001	<0.001	<0.001

NON DESTRUCTIVE TESTING

Test Method	Extend of testing	Acceptance criteria	Results
RT (As per ASTM E1742)	100%	AWS D20.1 Class B	Meets the required specifications

Date of Issue 15/11/2021
Signatory

Inspection Authority Signatory Lloyd's Register
 Lloyd's Register IMFA
 Reference PRJ1100344406-1/1

Materiaalgebruik (efficiëntie)

Gecertificeerd materiaal

De technologie van MX3D is gebaseerd op de laswetenschap en toepasbaar op een breed scala aan lasbare metalen en legeringen. Dit varieert van roestvast staal, duplex en Inconel tot aluminium, brons en cortenlegeringen. Kortom: de meeste lasbare materialen kunnen met onze WAAM-technologie worden verwerkt. Het toegepaste printmateriaal van MX3D is gecertificeerd en voldoet aan de mechanische eisen van ASME IIA.2015 SA516-70 (DPQR 01), waarmee het de structurele betrouwbaarheid borgt die in de staalbouw vereist is. Voor deze toepassing is gekozen voor cortenstaal, dat minimaal gelijkwaardig en in de praktijk vaak sterker is dan standaard constructiestaal. De constructeur heeft deze materiaaleigenschappen expliciet meegenomen in de berekeningen, waarmee de veiligheid en duurzaamheid van de constructie zijn gewaarborgd.

Corten Steel data sheet:

CHEMICAL COMPOSITION [W%] TYPICAL WIRE						
C	Mn	Si	Ni	Cu		
0,08	1,4	0,8	0,8	0,4		
MECHANICAL PROPERTIES, TYPICAL, ALL WELD METAL						
Typical Values	Shielding gas	Condition	Yield Strength [MPa]	Tensile Strength [MPa]	Elongation [%]	Impact ISO-V [J] -20°C
	M21	AW	575	615	26	85

Zie ook bijlage:
E70C 6M H4 - signed certificate



SCHILDERWERKPLAATS A31

Energiegebruik en verbruik tijdens bouw en gebruik

3D-geprinte rand in 397 uur door twee robots met een vermogen van een huishoudelijke oven

De 3D-geprinte cortenstalen rand is gerealiseerd met twee robots Robot 7 (ABB 6700) and Robot 5 (ABB 2600ID) die gezamenlijk 397 uur hebben gewerkt. Een robot heeft een vermogen van 2,3 kW, wat vergelijkbaar is met een oven in huishoudens. Het totale energieverbruik bedraagt 913 kWh (inclusief ventilatie en soortgelijke systemen) en wordt volledig geleverd door groene stroom.

De plaatsing op locatie verliep zeer efficiënt: binnen 6 uur was de rand gemonteerd met inzet van uitsluitend een hijskraan. Hiermee blijft het energiegebruik van de productie en de plaatsing relatief beperkt, zeker gezien de complexiteit en maatwerk van de constructie.

Samenvatting van de voordelen van WAAM

- WAAM kan de materiaalefficiëntie verbeteren door geoptimaliseerde, lichtgewicht geometrieën en de CO₂-uitstoot verminderen in vergelijking met traditionele productiemethoden.
- WAAM-technologie kan de behoefte aan transport verminderen, onderdelen creëren die geschikt zijn voor het beoogde doel, en be-

vordert on-demand en lokale productie in alle standaardlegeringen die door de AEC-industrie worden gebruikt, zoals (hoogwaardig) staal, corten, duplex, roestvrij staal, enz.

- WAAM-onderdelen zijn 100% recyclebaar binnen bestaande metaalrecyclingstromen.
- Aangezien MX3D een koploper is met baanbrekende technologie en ontwerpprojecten, heeft het bijgedragen aan het creëren van interesse, een markt en uiteindelijk concurrenten in WAAM. Indirect is de positieve impact dus veel groter.

Vrijdagende cortenstaal schijf
met doorlopende 3D-geprinte rand
vanuit binnen gezien





Vrijdagende cortenstaal schijf met doorlopende 3D-geprinte rand vanuit buiten galerij