

Verkenning van de mogelijkheden voor arbeidsondersteunende technologie in de bouw

Maart 2024

Auteurs: Anneke Goudswaard, Jeroen Oosterhout, Gu van Rhijn, Helen Verhoef & Roos van den Bergh

TNO innovation for life

Inhoudsopgave

H1 Aanleiding en onderzoeksaanpak

H2 Ervaren uitdagingen in de praktijk

H3 Potentiële toepassingen van arbeidsondersteunende technologie

H4 Conclusie: mogelijkheden voor de bouw

Hoofdstuk 1

Aanleiding van verkenning en onderzoeksaanpak



Regionaal Bouwen aan Human Capital

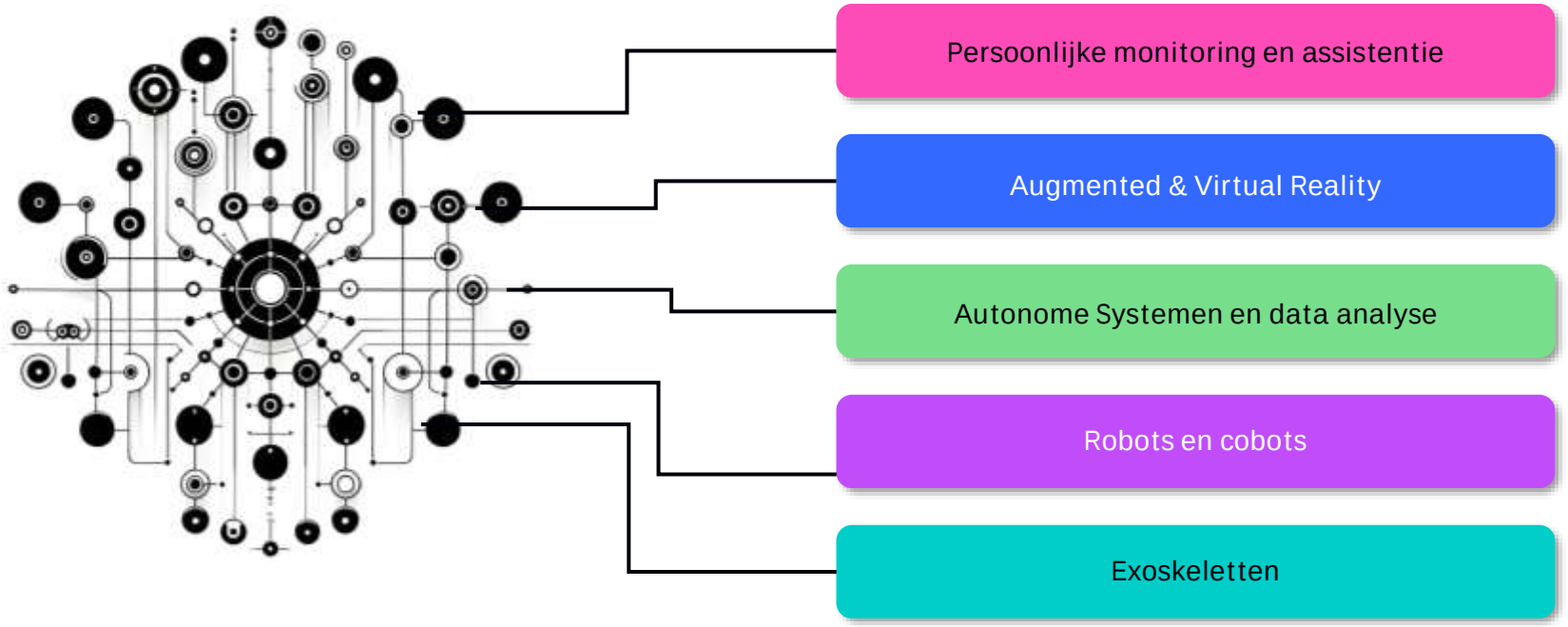
Het programma Regionaal Bouwen aan Human Capital richt zich op de bijdrage die human capital kan bieden aan het versnellen van de transitie naar een toekomstbestendige leefomgeving. Er is in de bouw en techniek een groot tekort aan personeel. Bedrijven staan voor de uitdaging om de instroom te vergroten, de uitstroom te verminderen en het zittend personeel continu bij te scholen in nieuwe technologieën en materialen. Daarnaast zoeken bedrijven naar mogelijkheden om de arbeidsproductiviteit te verhogen. Technologie kan een ondersteunende rol spelen bij het versterken van de inzet van arbeid. Er zijn goede voorbeelden van het inzetten van support technologieën in andere sectoren. Er is echter nog relatief weinig bekend over de mogelijkheden voor de bouw. Om die reden hebben we in een verkennende studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor het inzetten van arbeidsondersteunende technologieën voor de (verduurzaming van de) bouw. Het doel van deze verkenning is het in kaart brengen en onderbouwen waar kansen liggen voor de inzet van arbeidsondersteunende technologie in de hele bouwketen.

Onder arbeidsondersteunende technologieën verstaan we de inzet van technologieën die werk uit handen nemen en/of die medewerkers (cognitief en/of fysiek) ondersteunen bij het uitvoeren van taken. Deze technologieën kunnen onder meer bijdragen aan:

- Verhogen van de arbeidsproductiviteit
- Slimmer organiseren van het werk rondom de beschikbare menskracht
- Vergroten van de efficiency van de samenwerking in de keten
- Ondersteunen van leven lang ontwikkelen van vakmensen, omgaan met nieuwe technieken of materialen
- Versnellen van leren en ontwikkelen op de werkplek (voor starters en ervaren vakmensen)
- Faciliteren en versnellen van kennisoverdracht van ervaren vakmensen naar starters of lager opgeleiden
- Mogelijk maken van instroom en ontwikkeling van nieuwe groepen, zij-instromers, nieuwkomers
- Verminderen van fysieke of mentale belasting in het werk en daarmee voorkomen van uitstroom

Overzicht categorieën

De technologieën zijn onder een aantal categorieën verdeeld . Deze indeling is gebaseerd op het TNO-rapport ‘Van krapte naar kans: technologie als gamechanger’.



Onderzoeksaanpak

In Q4 2023 hebben we interviews gehouden met 9 bedrijven uit het netwerk van de vier regionale bouw innovatie hubs die samenwerken in het programma Regionaal Bouwen aan Human Capital. De bedrijven zijn geselecteerd omdat ze actief zijn op het terrein van circulariteit, verduurzaming van de bouw en/of biobased bouwen – de thema's die centraal staan in het innovatieprogramma. De bedrijven omvatten een brede vertegenwoordiging van de bouwketen:

- Installateur van warmtepompen: Voornamelijk werkzaam voor bedrijven, woningcorporaties en aannemers (10% werkzaam voor de particuliere markt). Dit installatiebedrijf heeft onder meer een kenniscentrum en een academy opgezet gericht op de Energietransitie, waar zittende en toekomstige vaklieden worden opgeleid voor de nieuwste technologieën.
- Fabrikant van warmtepompen: Bedrijf waarbij de fabricage bewust dicht bij de klant (Nederlandse markt) wordt georganiseerd. Het productieproces is zo efficiënt en lean mogelijk ingericht.
- Installateur van gebouw gebonden installaties voor de utiliteitsmarkt. Dit bedrijf plaatst (en onderhoudt) onder meer installaties die het binnenklimaat reguleren voor de (high tech) industrie, voor overheids- en onderwijs gebouwen. Daarbij stimuleert het bedrijf de klant om (geïntegreerde) stappen te zetten op het terrein van verduurzaming. Denk aan led armaturen, aan warmte pompen, aan isolatie en/of warmte koude opslag in de grond.
- Bouwbedrijf: Traditioneel actief in de woningbouw en utilitaire services. Het bedrijf heeft tevens een fabriek geopend voor houtskeletbouw, waarvandaan muren en wanden naar de bouwplaats worden getransporteerd en op locatie in elkaar gezet en afgewerkt.
- Fabrikant van duurzame (houten) gevels en kozijnen: Dit bedrijf is van origine een timmerfabriek, maar heeft het portfolio gedifferentieerd, waardoor het nu is uitgegroeid tot producent van (circulaire) kozijnen, wanden, hout skeletbouw en complete gevels. Het bedrijf is tevens actief in recycling, waarbij bouwmaterialen worden opgehaald bij sloopbedrijven.
- Schilderbedrijf: Dit bedrijf werkt met name in opdracht van woningcorporaties en tevens dagelijkse onderhoudswerkzaamheden uitvoert - naast renovaties en verduurzaming van eengezinswoningen (denk aan warmtepompen, klimaatadaptatie in het ontwerp van de woning, infiltratiekratten in de grond, circulaire dakkapellen). Het bedrijf leidt de schilders op in een eigen academy.
- Sloopbedrijf: Dit bedrijf is actief in traditionele en circulaire sloop, sanering en recycling. Het bedrijf is sinds een aantal jaren actief op het terrein van circulariteit en hergebruik van bouwmaterialen (denk aan deuren, tapijt tegels, ijzeren constructies, plafondplaten) en verzamelt en verwerkt ook materialen tot diverse mono stromen (denk aan baksteen, beton, hout, metaal, kunststof, glas).
- Aannemersbedrijf: Bedrijf actief in de bouw, afbouw en inrichting van kantoren, winkels en vakantiewoningen. Het bedrijf heeft alle disciplines in huis en biedt een totaal pakket aan de klant aan.
- Producent (en ontwikkelaar) van een metselrobot: Bedrijf werkt aan een machine die samen met een metselaar op een steiger een muur kan metselen. Dit bedrijf ontwikkelt deze technologie al doende op de bouwplaats en deelt de technische en praktische ervaringen die zijn opgedaan met het inzetten van deze arbeidsondersteunende technologie. De robot leert van de metselaar.

Onderzoeksaanpak

Met alle respondenten is allereerst gesproken over het bedrijf en eventuele uitdagingen waar het bedrijf voor staat – uitdagingen op het terrein van verduurzaming, maar ook op het terrein van arbeid. Dit om te begrijpen of en waar een bepaalde technologie bij zou kunnen helpen. Aan de hand van een PowerPoint presentatie zijn - ter inspiratie - voorbeelden van arbeidsondersteunende technologieën die in andere sectoren worden ingezet getoond. Het gesprek is vervolgens open gevoerd. Daarbij zijn onder meer de volgende vragen gesteld:



Welke technologieën spreken aan?

Waar is behoefte aan?



Waar zou dit bij kunnen helpen?

Wat kan het opleveren?



Wat zijn eerdere ervaringen met deze technologie?

Wat zijn randvoorwaarden voor invoering?

In een aantal werksessies hebben de TNO-onderzoekers de hoofdpunten uit de interviews gehaald. In dit rapport worden deze resultaten samengevat. Allereerst wordt ingegaan op de ervaren uitdagingen in de praktijk van de bedrijven (hoofdstuk 2). Vervolgens wordt besproken welke mogelijke relevante toepassingen van arbeidsondersteunende technologieën voor de bouw gesignaleerd zijn (hoofdstuk 3). Tenslotte wordt een conclusie getrokken ten aanzien van de technologieën waar de bouwsector vandaag, of zeker binnen een jaar, al meerwaarde van kan hebben (hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 2

Ervaren uitdagingen in de praktijk



Algemene uitdagingen

Aan bedrijven hebben we de vraag gesteld welke algemene uitdagingen zij momenteel ervaren in hun werkzaamheden. Daarbij werden een viertal algemene uitdagingen genoemd:

01 Toenemende complexiteit

De verschillende bedrijven die zich op circulair bouwen en verduurzaming richten merken dat het werk complexer wordt. De variatie in materialen neemt toe en er zijn andere skills vereist. Dit speelt niet alleen bij de sloopbedrijven, maar ook bij de aannemers die met andere materialen en technieken willen, of zelfs moeten, gaan werken.

02 Nieuwe manieren van communiceren

De bedrijven ervaren dat steeds meer gevraagd wordt van de communicatie tussen bedrijven in de keten, maar ook tussen bedrijfsonderdelen en/of tussen uitvoerder en klant. Digitalisering van de processen en slim delen van data helpt om processen en samenwerking soepeler te laten verlopen, maar kan ook een uitdaging zijn - zeker als het om meerdere bedrijven in de keten gaat.

03 Meer standaardisatie en modulair werken en ontwerpen

Als onderdeel van de behoefte tot meer efficiënte werkprocessen benoemen de bedrijven een noodzakelijke omslag naar meer standaardisatie van producten en modulair werken en/of ontwerpen. Vanuit klantgerichtheid is men gewend om ieder project als uniek te benaderen, terwijl er wel degelijk veel standaard onderdelen zijn. Bij circulair bouwen is standaardisatie steeds belangrijker, maar nu nog wel een extra uitdaging, aangezien de huidige materialen en ontwerpen vaak maatwerk zijn. In de toekomst zou meer gestandaardiseerd en modulair moeten zijn waardoor circulair bouwen makkelijker wordt.

04 Vergroten van efficiency

Een andere uitdaging is de druk op het verhogen van de productiviteit en efficiency. Dat geldt voor de bouw in het algemeen, en voor duurzaam bouwen in het bijzonder. Klanten maken hun keuzes toch vooral op basis van de (korte termijn) kosten. Het is een uitdaging om de lange termijn baten mee te laten wegen in keuzes voor traditioneel bouwen of circulair bouwen. Concurreren met traditionele vormen van bouwen vraagt om het verder vergroten van de efficiency van de werkprocessen en verminderen van de kosten, zonder dat dit ten koste gaat van de kwaliteit. Alle geïnterviewde bedrijven zijn bewust bezig met het vergroten van de efficiency van de werkprocessen. Dit om kosten te verminderen, maar ook als antwoord op arbeidsmarkt tekorten.

Algemene uitdagingen: Voorbeelden uit de praktijk

01 Toenemende complexiteit

Slopen gaat steeds minder over het 'domweg' uit elkaar trekken van een gebouw "Het vak verandert, het gaat steeds meer om bouwkundig demonteren: Omgekeerd bouwen. Daar is kennis voor nodig." – Sloopbedrijf

In het kader van de circulariteit en toenemende regelgeving neemt de variatie in het werk bij het schilder- en onderhoudsbedrijf toe: "Iedereen is wel kundig opgeleid, maar het is een breed proces waarbij de uitvoering nog maar een klein stukje betreft. De rest is vergunningen, flora en fauna, etc." - Schilderbedrijf

02 Nieuwe manieren van communiceren

Een innovatie in de communicatie tussen partijen betreft de zogenaamde Datarotonde: daarin wordt de koppeling gelegd met de systemen van de woningcorporatie, onderhoudsbedrijven en huurders. "Als er een melding wordt gedaan van een schade of ongemak komt het in beide systemen terecht." - Schilderbedrijf

"We moeten slimmer, efficiënter, meer data gedreven werken, koppelen van data en schakels tussen partijen, naast parametrisch ontwerpen en het koppelen aan calculaties." - Aannemersbedrijf

03 Meer standaardisatie en modulair werken en ontwerpen

"Bij nieuwbouw en grote aantallen woningen is standaardisatie nog wel mogelijk, maar voor oudbouw is dit lastiger." Warmtepompen installeren in bestaande woningen is maatwerk en complexer door de vele stappen en afhankelijkheden: : "een gesprek met de klant/bewoner, opmeten van de ruimte, controleren van leidingen en voorzieningen, transport/sjouwen van materiaal naar de juiste niet altijd goed bereikbare plaats." – Installateur warmtepompen

Er is gestart met het ontwikkelen van een uniforme versie voor koude warmte installaties in de grond, "maar dat is nog wel toekomstmuziek. Het gekke van de branche is dat men van oudsher gewend is om zo min mogelijk uniform te maken vanuit klantgerichtheid. Bijna alles is maatwerk." – Installateur klimaatinstallaties

04 Vergroten van efficiency

"De tijd dat het kost om een warmtepomp te installeren moet terug. Juist dat deel van de keten is op dit moment nog erg arbeidsintensief." Het zou helpen als de pomp zelf meer als een bouwpakket is gemaakt, maar ook in de werkvoorbereiding valt winst te behalen. "Denk aan het denkwerk voorafgaand aan de installatie, aan het inmeten en de schouw van de locatie, maar ook aan het op locatie brengen van het materiaal." – Installateur warmtepompen

"De gegevens van de 600 sensoren van de installaties van 100 klanten komen allemaal binnen bij de meldkamer. Hoe ga je daar mee om? We hebben een achterstand als het gaat om omgaan met data." – Installateur utiliteitsmarkt

Uitdagingen op het terrein van arbeid

Naast de vier algemene uitdagingen benoemen de bedrijven ook een aantal specifieke uitdagingen op het terrein van arbeid:

Een deel van de bedrijven ondervindt een tekort op de arbeidsmarkt. Het gaat dan vooral om het vinden van ervaren vakmensen. In sommige gevallen gaan oudere vakmensen op korte termijn met pensioen en vindt men het lastig om nieuwe aanwas te vinden. Er is met name bij de uitvoering minder technisch gekwalificeerd personeel beschikbaar, maar bedrijven melden ook knelpunten bij het vinden of behouden van projectleiders, werkvoorbereiders, engineering of calculators.

01 Arbeidstekorten

02 Snel opschalen van arbeid

De bouw is een sector met grote pieken en dalen, zowel seizoensgebonden werk als onvoorspelbaarheden over de jaren heen. Los van de algemene arbeidstekorten, ondervinden de bedrijven ook uitdagingen om op snel op te kunnen schalen met personeel.

Vanwege de genoemde tekorten op de arbeidsmarkt, maar ook gegeven de vraag naar kostenreductie in de werkprocessen, is er behoefte om werk anders te organiseren: niet meer al het werk bij ervaren vaklieden neerleggen, maar een herverdeling van taken. Hiermee kan de druk op het vinden van ervaren vaklieden worden verminderd en zouden ook andere groepen werkenden ingezet moeten kunnen worden. Het anders verdelen van werkzaamheden wordt bemoeilijkt doordat kennis over werkprocessen, technieken en materialen veelal in de hoofden van ervaren vakmensen is opgeslagen en instructies op papier en mondeling worden overgedragen.

03 Anders organiseren van het werk

04 Veiligheidseisen

Meerdere bedrijven geven het belang van veiligheid aan. Goede informatie en instructies zijn belangrijk, evenals de veiligheidscultuur. Het is een uitdaging medewerkers daarover te informeren en daaraan te houden. Dit volgt uit de veranderende arbeidsmarkt, veranderende manier van bouwen en nieuwe uitdagingen tijdens het slopen.

Ondanks de aanwezigheid van hulpmiddelen blijft een deel van het bouw-, verbouw of sloopproces nog altijd fysiek zwaar werk. Dit vormt een risico voor de duurzame inzetbaarheid van personeel. Voorbeelden hiervan zijn het plaatsen of juist weghalen van plafondplaten of armaturen.

05 Fysieke belasting

Uitdagingen arbeid: Voorbeelden uit de praktijk

01 Arbeidstekorten

"We ondervinden vooral een tekort aan mensen van het juiste niveau om warmtepompen te installeren in bestaande woningen"- Installatiebedrijf

"We hebben veel ervaren vakmensen die al lang in het vak zitten. Dat geldt voor alle onderdelen, ook architecten en interieurbouwers. De aanwas van jongere nieuwe vakmensen is lastig. Vooral het vinden van goed buitenpersoneel is een uitdaging. Er is een kwalitatief goede en ervaren generatie met pensioen gegaan. Vervanging is ingewikkeld."- Aannemersbedrijf

02 Snel opschalen van arbeid

"De flexibele schil is momenteel uitgedund omdat de bouw stil ligt, terwijl er in 2021 een tekort was. De behoefte om flexkrachten snel in te leren is groot op het moment dat de markt aantrekt. Kwaliteit en veiligheid vereisen dan extra aandacht in verband met de brandwerendheid van onze producten. Als we sneller kunnen op- en afschalen met medewerkers kunnen we pieken sneller opvangen." – Fabrikant houten kozijnen

03 Anders organiseren van het werk

"Het installeren van een warmtepomp is complexer dan een cv-ketel. Het gaat dan om vier apparaten. In de ideale wereld is de installateur de chirurg die direct kan beginnen met werken en worden de voorbereidingen tot de operatie door assistenten uitgevoerd. Als iemand van te voren materiaal aflevert zou die persoon ook al kunnen constateren of het eigenlijk wel goed is opgemeten en past en de installateur waarschuwen, zodat de monteur naar een andere klus toe kan totdat het is opgelost." – Installateur warmtepompen

04 Veiligheidseisen

Vooral op de bouwplaats speelt veiligheid een belangrijke rol. Zeker als er meerdere bedrijven en personen aan het werk zijn en als er minder ervaren medewerkers (met diverse talen) rond lopen kan het een uitdaging zijn om iedereen zich aan de veiligheidseisen te laten houden. Daarnaast speelt veiligheid van materialen een rol, dat wordt complexer als het gaat om circulair bouwen.

05 Fysieke belasting

Bij het circulair slopen van een gebouw en het demonteren van onderdelen wordt nog veel boven het hoofd gewerkt. Ook het sorteren van puin gebeurt nog met de hand aan de lopende band door laag geschoolde medewerkers. "Sorteren kan al wel automatisch, maar dat is kostbaar." - Sloopbedrijf

Uitdagingen samengevat

Samenvattend kunnen we stellen dat bovenstaande uitdagingen nauw met elkaar samenhangen en een duidelijke aanleiding vormen om de inzet van arbeidsondersteunende technologie verder te verkennen.

- Het tekort aan ervaren vakmensen, in combinatie met de toenemende complexiteit van het werk en het feit dat veel kennis momenteel in de hoofden van deze ervaren vakmensen zit - waarvan een deel op termijn met pensioen gaat - vraagt om een herverdeling van werk, (digitaal) vastleggen van kennis/informatie, standaardisering waarbij ook minder ervaren werknemers (snel) inzetbaar ingezet kunnen worden.

- De druk op het verhogen van de efficiency en verlagen van doorlooptijden en kosten - met behoud van kwaliteit - vraagt om slimmer samenwerken tussen afdelingen en organisaties en nieuwe manieren van communiceren, waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden tot digitalisering en delen van beschikbare data.

Arbeidsondersteunende technologie kan in potentie helpen om de kennis van ervaren vakmensen ‘te vangen’ in digitale ondersteuningsmogelijkheden en om deze kennis over te dragen naar minder ervaren werknemers waardoor taken anders verdeeld kunnen worden. Tegelijkertijd kan arbeidsondersteunende technologie, zoals robots of cobots, in combinatie met verdere digitalisering en slimme data, er in potentie voor zorgen dat het werk efficiënter kan worden uitgevoerd.

In het volgende hoofdstuk bespreken we voorbeelden van arbeidsondersteunende technologieën en de mogelijkheden die de geïnterviewde bedrijven hierbij zien voor de bouw.

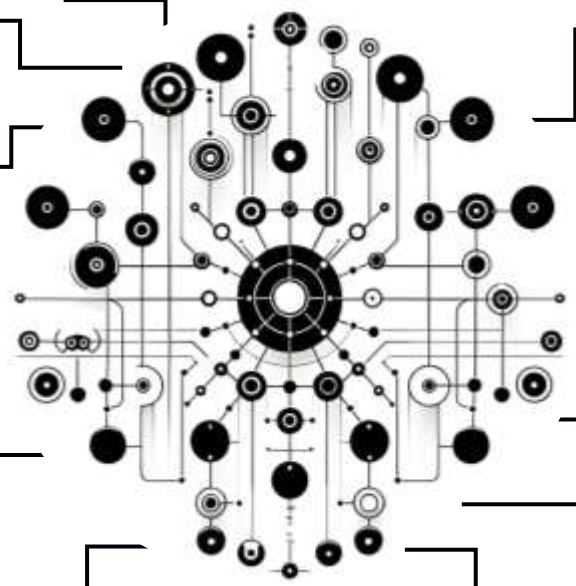


Hoofdstuk 3

Potentiële toepassingen van arbeidsondersteunende technologie

Mogelijke toepassingen van technologie

De volgende slides bieden een overzicht van bestaande technologieën en de mogelijkheden die de geïnterviewde bedrijven zien voor de inzet hiervan in de bouw. Tevens bespreken we per voorbeeld de meerwaarde en randvoorwaarden voor deze toepassing.



Augmented & Virtual Reality
AR hololens projectie circulariteit
VR Technologie voor E-learning
Digitale werkinstructies
Instant werkinstructies
Persoonlijke monitoring en assistentie
Autonome systemen en data analyse
Slim monitoren
AI assistent circulariteit
Slimmer verbinden van organisaties en gebruikers
AI assistent voor kantoorwerk
Modulair ontwerpen met AI assistent
Remote support
Sorteerrobot
Chatbot voor storingen
Robots en cobots
Metselrobot
Passief exoskelet rugondersteuning
Passief exoskelet armondersteuning
Exoskeletten

Persoonlijke monitoring en assistentie

Bij de categorie persoonlijke monitoring en assistentie gaat het om apparaten en technologieën die (onervaren) mensen ondersteunen in het efficiënt en foutloos uitvoeren van werk. Veelal presenteren deze technologieën zich via een beeldscherm, tablet, telefoon, projectie, slimme bril of speaker. Bijvoorbeeld spraaktechnologie, technologie die (werk) instructies toont of monitoring/rapportage technologie voor de medewerker of werkzaamheden.

Wat zeggen de bedrijven?

- De installateur van warmtepompen ziet mogelijkheden voor het overnemen van werk van mbo-4 installateurs door mbo-2 geschoolden ondersteund door technologieën. Bijvoorbeeld door een ervaren medewerker op afstand mee te laten kijken. Vragen daarbij zijn wel wat mogelijk is gezien de noodzakelijke certificaten en wie er verantwoordelijk is als er meerdere personen betrokken zijn. Een andere mogelijkheid is dat (onervaren) medewerkers stapsgewijs digitale instructies krijgen getoond via tablet of telefoon waardoor ze zelfstandig de taak foutloos kunnen.

- Het bedrijf dat klimaatinstallaties plaatst en onderhoudt werkt al met tablets en instructies waarmee inspectielijsten worden bijgehouden. Deze informatie wordt doorgegeven aan kantoor en is navolgbaar voor klanten: “Klanten eisen dat je kunt aantonen wat je hebt gedaan”. De technologie is samen met werknemers ontwikkeld voor toepassing in de high tech industrie. Bij uitrol naar ander type werk ontstond weerstand doordat de instructies veel te gedetailleerd waren. Het systeem wordt nu herijkt en in 2025 opnieuw opgestart.

- Voor een installateur in de utiliteitsmarkt is een belangrijke vraag op welk niveau mensen zouden kunnen instromen. Hoe snel kun je ze in een opleidingstraject krijgen en in het proces mee laten lopen. “Het zou mooi zijn om werkinstructies zo in te richten dat mensen minimale informatie krijgen en checks toch effectief uit kunnen voeren.” Het bedrijf lijkt het ook zinvol om werkinstructies op 2 niveaus in te richten (een niveau voor instroom en een expert niveau), waarbij je mogelijk een zelflerend systeem opbouwt met de opgebouwde ervaring.

- De fabrikant van houten kozijnen heeft op alle werkplekken instructies. Een meer zelflerende systeem waarbij de lessen en instructies van meer ervaren werknemers opgenomen zijn zou voor dit bedrijf interessant zijn. “In het bijzonder voor de productie van complete gevels – een relatief nieuw product - moeten nu ervaren medewerkers worden ingezet om alle stappen goed uit te voeren, terwijl het in essentie om repeterende handelingen gaat.” Als het mogelijk is om de achtereenvolgende stappen goed uit te leggen (te tonen), zou dit werk ook door minder ervaren mensen kunnen worden uitgevoerd.

Digitale Werkinstructies

Digitale werkinstructies is een vorm van persoonlijke assistentie die stapsgewijs instructies aanbied om het werk uit te voeren op de bouwplaats of in de fabriek. Tijdens de taak kunnen ook meetwaarden of andere gegevens worden opgeslagen. De techniek maakt het bijvoorbeeld mogelijk om medewerkers met mbo-2 of mbo-3 niveau in te zetten op werk van mbo-4 niveau, in werkvoorbereiding of installatiewerk.



Meerwaarde

- Een grotere diversiteit aan arbeidskrachten inzetbaar (bredere werving)
- Flexibeler en sneller inzetbare medewerkers (sneller inleren)
- Kwaliteit ook bij minder ervaren mensen beter gewaarborgd
- Complexe werkprocessen toch eenvoudig en stapsgewijs aanbieden
- Traceerbaarheid van processen, handelingen en meetwaarden.

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: tijd en ruimte nodig om instructies op te zetten
- Werkinhoud: vooral toepasbaar bij redelijk standaard/terugkerende werkzaamheden
- Technisch: meerdere niveaus inbrengen binnen de werkinstructies zodat zowel onervaren als ervaren medewerkers met het systeem kunnen werken

Instant Werkinstructies

Deze technologie betreft een nieuwe toepassing die door TNO is ontwikkeld. Instant Instructies ‘vangt’ de kennis van vakmensen door te filmen hoe deze een taak uitlegt en zet dit via AI algoritmes om naar digitale instructies.

Meerwaarde

- Borgen en omzetten van de kennis uit de hoofden van ervaren medewerkers naar werkinstructies voor minder ervaren medewerkers
- Door de digitale instructies benut je ook de meerwaarde zoals omschreven bij de vorige technologie
- Medewerkers kunnen zelf sneller en makkelijker werkinstructies maken

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: tijd en ruimte om de werkwijze op te nemen



AI Assistant voor kantoor

De inzet van deze AI Assistant lijkt interessant voor bijvoorbeeld engineering, werkvoorbereiding of klantenservice. De medewerker kan bij deze toepassing (in tekst of spraak) gericht vragen stellen aan de AI assistent (of copiloot) en krijgt suggesties, antwoorden of relevante documenten. Dit biedt mogelijkheden om snel informatie terug te zoeken en/of specialistische kennis te raadplegen via zoekmachines, dan wel de mogelijkheid om ondersteuning te krijgen bij beslissingen of planning.

Meerwaarde

- Sneller werken door minder zoeken, opnieuw tekenen, etc.
- Hergebruiken van werk en kennis uit andere projecten
- Ondersteuning bij besluitvorming

Randvoorwaarden

- Technisch: digitaal doorzoekbaar archief
- Technisch: AI-tool die dit faciliteert. De nieuwe Microsoft co pilot toepassing binnen Microsoft 365 applicaties lijkt deze randvoorwaarde grotendeels te vervullen.



AI Assistant circulariteit

Een AI Assistant kan mogelijk ook ingezet worden in het sloop proces van een gebouw. In het ideaalbeeld loopt de werkvoorbereider door het te slopen gebouw met een camera/microfoon en vertelt of schrijft hij aan de assistent of copiloot wat hij tegenkomt. De AI-assistent rapporteert deze informatie en vraagt zo nodig extra informatie op. Daarnaast kan de AI assistent, op basis van bouwtekeningen of beeldmateriaal, ook suggesties doen om materialen op te verkennen. Naderhand kan de assistent een werkplan maken voor de slopers en voor potentiële kopers van de circulaire materialen.



Meerwaarde

- Sneller en grondiger een werken bij het inventariseren van een sloopgebouw.
- Circulaire materialen beter omschrijven voor potentiële kopers
- Direct een oogst plan opleveren
- Ondersteuning van besluitvorming

Randvoorwaarden

- Technisch: AI-tool die dit faciliteert, de nieuwe Microsoft copilot toepassing binnen Microsoft 365 applicaties lijkt deze randvoorwaarde deels te vervullen.

Remote Support

Met behulp van Remote Support Technologie kan een ervaren medewerker op afstand mee kijken met een (onervaren) medewerker ter plaatste. Een minder ervaren medewerker kan zo sneller ingezet worden voor (complexere) taken omdat de expert paraat staat. De technologie biedt ook kansen om experts langer inzetbaar te houden. Indien het echte werk fysiek te zwaar wordt, kan de expert zo nog wel zijn kennis inzetten. Afhankelijk van de werkzaamheden kunnen de werkzaamheden door personeel van verschillende bedrijven worden uitgevoerd.





Meerwaarde

- Slimmer organiseren van het werk door ervaren vakmensen alleen daar waar nodig in te zetten en potentieel langer inzetbaar te houden
- Versnellen van leren en ontwikkelen van onervaren personeel
- Faciliteren van kennisoverdracht van ervaren vakmensen naar starters of lager opgeleiden
- Vermindering van reisbewegingen

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: indien meerdere bedrijven betrokken worden, zijn er afspraken nodig over certificaten, verantwoordelijkheid & aansprakelijkheid
- Technisch: de medewerker ter plaatse moet een bril dragen of iets in zijn handen hebben vanwaar meegekeken kan worden door de expert op afstand

Chatbot voor storingen

Technologie waarmee eindgebruikers issues kunnen rapporteren. Door middel van intelligente vragen van de Chabot kan een zo compleet mogelijk plaatje ontstaan van bijvoorbeeld noodzakelijke onderhoudswerkzaamheden. Hiermee kan de planningsafdeling beter bepalen welke urgentie een issue heeft en welke skills nodig zijn om een issue te verhelpen.

Meerwaarde

- Beter de werkzaamheden kunnen plannen, waardoor bijvoorbeeld minder onnodige onderhoudswerkzaamheden worden ingepland
- Efficiënter plannen van beschikbare skills onder de monteurs
- Ondersteuning van besluitvorming

Randvoorwaarden

- Technisch: voor de eindgebruiker een tool die dit faciliteert



Augmented & Virtual Reality

AR en VR betreft technologieën die een digitale omgeving maken of de echte wereld verbeteren met virtuele elementen. AR voegt virtuele objecten toe aan de echte wereld, terwijl VR mensen onderdompelt in een volledig virtuele omgeving. Veelal presentenen deze technologieën zich via een AR bril, VR bril of via projectie. Vaak zal de technologie voornamelijk geschikt zijn om (meerdere) mensen te trainen omdat het maken van de inhoud te tijdrovend kan zijn voor unieke (maatwerk) projecten.

Wat zeggen de bedrijven?

- De installateur van warmtepompen heeft wel eens geëxperimenteerd met een bril voor monteurs, maar is daar van af gestapt. Het was te onpraktisch en de situaties te specifiek. De monteurs werken wel met een tablet om informatie op te halen.
- De geïnterviewde uit het installatiebedrijf voor klimaatinstallaties heeft wel eens een VR bril op gehad en ervaring met virtueel lassen in een mbo-2 onderwijs omgeving. Hij denkt dat er een nieuwe generatie aankomt die hier wel mee zou willen werken.
- De fabrikant van houten kozijnen en wanden geeft instructies op de werkplek in 2D zijn, terwijl er al gerekend wordt met 3D tekensoftware. Het tonen van 3D data via een AR bril zou interessant kunnen zijn.
- Het schilders- en onderhoudsbedrijf ziet toekomst mogelijkheden voor het gebruik van VR, bijvoorbeeld om werkvoorbereiding als doorstroom functie in te kunnen richten voor mbo-2 medewerkers. “Nu worden deze mensen op mbo-2 niveau schilder.” Deze technologie zou ook in de eigen academy gebruikt kunnen worden om mensen te ondersteunen. “Nu is het niveau van de functie vrij strak ingeregeld, maar het zou goed zijn om te onderzoeken wat er op een lager niveau mogelijk is.”
- Het aannemersbedrijf maakt gebruik van AR/VR bij acquisitie. Je kunt dan een klant met een telefoon of bril in de ruimte laten zien wat het gaat worden.

VR technologie voor E-learning

De bedrijven zien toepassingen van deze technologie voor trainingsdoeleinden. Denk bijvoorbeeld aan veiligheidstrainingen op de bouwplaats, waarbij situaties gesimuleerd kunnen worden. Maar ook aan het gebruik voor specifieke trainingen op de eigen interne academy van een onderhouds- en schildersbedrijf of installatiebedrijf.

Meerwaarde

- Borgen kwaliteit en veiligheid door goede inwerkprogramma's
- Ondersteuning bij het leren van nieuwe methoden/technieken/installaties
- Werk dat normaal wordt gedaan door mbo-4 medewerkers toegankelijk maken voor medewerkers met mbo-2 niveau

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: Content moet gemaakt en regelmatig onderhouden worden



AR HoloLens projectie circulariteit

Deze vorm van technologie kan worden ingezet als aanvulling op de spraak gestuurde AI-Assistant voor circulaire materialen (zie het voorbeeld bij de persoonlijke assistentie en monitoring technologie). Wanneer de assistent extra intelligentie en data (bronnen) krijgt over het gebouw, zou deze AI-assistent ook mee kunnen kijken en adviseren welke materialen/onderdelen van het gebouw interessant kunnen zijn voor hergebruik.

Meerwaarde

- Ondersteuning van besluitvorming

Randvoorwaarden

- Technisch: AI-tool die dit faciliteert
- Technisch: Data over circulaire materialen die vanaf de buitenkant herkend kunnen worden



Exoskeletten

Exoskeletten zijn draagbare apparaten die ontworpen zijn om het menselijk lichaam te ondersteunen, versterken of beschermen. Een exoskelet wordt voornamelijk ingezet om lichamelijke klachten door overbelasting te voorkomen in fysiek zware beroepen. Zo zijn er exoskeletten die ondersteuning bieden aan:

- De handen om machines vast te houden of meer grip te hebben
- De armen om boven het hoofd te kunnen werken
- De rug of heupen om te kunnen tillen
- De benen om te lopen
- Een combinatie van bovenstaande

Er bestaan twee varianten exoskeletten, namelijk de actieve en passieve. Een actief exoskelet bevat motoren en sensoren om kracht te kunnen geven wanneer dat vereist is. Een passief exoskelet bestaat uit een slimme constructie met een veer die ondersteuning geeft in een specifiek werkgebied. Tijdens andere bewegingen kan deze passieve veer hinder opleveren. In het algemeen moet opgemerkt worden dat exoskeletten alleen ingezet dienen te worden wanneer het werk zelf niet anders of lichter vormgegeven kan worden. Passieve exoskeletten voor armondersteuning worden al gebruikt door stukadoors bij hun werk aan de muur en het plafond, waardoor er minder snel vermoeidheid optreedt en minder spierspanning nodig is.

Wat zeggen de bedrijven?

- Een exoskelet zou interessant kunnen zijn voor zwaar til en sjouw werk bij het sloopbedrijf. Maar ook voor het weghalen van systeemplafonds zou het fijn zijn. Het gaat dan om een paar duizend platen.

- De fabrikant van kozijnen en wanden kan zich voorstellen dat exoskeletten toegepast zouden kunnen worden voor de middenmaat ruiten. Lichte ruiten worden met de hand gedaan, zware ruiten met een kraan en zuiger. Met een exoskelet zou de range die met de hand kan worden gedaan worden vergroot.

Passief exoskelet voor armondersteuning

Dit type exoskelet is bijvoorbeeld te gebruiken tijdens het langdurig en voorzichtig demonteren van systemen of platen in het plafond (sloopbedrijf) of het langdurig monteren van installaties of systemen aan het plafond (installatiebedrijf).

Meerwaarde

- Vermindering fysieke belasting
- Vermindering uitval van personeel door overbelasting
- Vergroten aantrekkelijkheid van het werk voor jongere generaties

Randvoorwaarden

- Technisch: Er is een inventariserende observatie nodig door een (TNO)-expert om te bepalen of er voldoende meerwaarde is ten opzichte van de hinder die ontstaat en of de bestaande technologie geschikt is voor deze specifieke werkzaamheden.



Passief exoskelet voor de rug of heupen tijdens het langdurig voorover gebogen werken

Dit type exoskelet is bijvoorbeeld inzetbaar rondom het plaatsen van glas in kozijnen in een fabriekshal (fabricage kozijnen, gevels)



Meerwaarde

- Vermindering fysieke belasting
- Vermindering uitval van personeel door overbelasting
- Vergroten aantrekkelijkheid van het werk voor jongere generaties

Randvoorwaarden

- Technisch: Ook hier is een inventariserende observatie door een TNO-expert nodig om te bepalen of er voldoende meerwaarde ten opzichte van de hinder ontstaat en of de technologie geschikt is voor de specifieke werkzaamheden.

Autonome systemen en data analyse

Deze categorie omvat een verscheidenheid aan technologieën die gebruikt worden om digitale systemen en infrastructuren te maken, te beheren en te ondersteunen. Binnen deze categorie zien we talrijke systemen en geavanceerde software die ingezet worden om bedrijfsprocessen te optimaliseren en zo de wijze van werken en produceren te vereenvoudigen.

Wat zeggen de bedrijven?

- Een sloopbedrijf zou een datasysteem interessant vinden voor de materiaalstroom. “Elk sloopbedrijf gebruikt eigen tooling om materialen in te voeren. We gaan samenwerken met andere bedrijven om te kijken naar de materiaalstromen.”

- Het aannemersbedrijf ziet mogelijkheden op het terrein van veiligheid, denk aan camera scans die onveilige situaties detecteren. Verder kun je met bepaalde telefoons al ruimtes inscannen in plaats van met een meetlat. “De software gaat heel snel”. Het bedrijf ziet ook mogelijkheden in digitale planningssystemen.

Modulair ontwerpen met AI Assistent

Een AI assistent die enerzijds helpt om te werken vanuit een set slimme regels en gebouw parameters, en anderzijds ondersteunt in het kiezen van standaard modules in plaats van tot achter de komma te dimensioneren. Bouwkundigen lijken namelijk keer-op-keer (onderdelen van) een bouwwerk opnieuw te ontwerpen en door te rekenen. Dat kost tijd, maar zorgt er ook voor dat constructies en systemen min of meer uniek zijn. Hierdoor zijn ze dus minder goed te hergebruiken in andere ontwerpen en circulaire initiatieven.



Meerwaarde

- Vergroten efficiëntie van werkprocessen
- Kostenbesparend, geen dubbele dingen doen
- Slimmer (sneller) werken

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: Standaardiseren van systemen en overcapaciteiten/of over dimensionering accepteren
- Technisch: Generieke gebouw elementen makkelijker identificeren

Slim monitoren

Veel apparaten, installaties en gebouwen zijn al uitgerust met sensoren, maar wat doe je met de grote hoeveelheid data? Een idee is AI in te zetten om de systemen te monitoren. Wanneer meetwaarden gaan afwijken krijgt een beoordelaar of planner dan de taak om een opdracht uit te zetten vóórdat de echte storing optreedt. Dit is veel efficiënter dan enerzijds reactief een stilstaande installatie repareren of anderzijds tijdens regulier onderhoud nog goede onderdelen preventief vervangen.

Meerwaarde

- Vergroten efficiëntie van werkprocessen
- Kostenbesparend, geen dubbele dingen doen
- Slimmer (sneller) werken

Randvoorwaarden

- Technisch: AI-tool die dit faciliteert



Slimmer verbinden van organisaties en gebruikers

Een momenteel gebruikte vorm van deze verbindende technologie is de cloud applicatie DataRotonde die een onderhouds- en schildersbedrijf gebruikt in de samenwerking met een woningcorporatie en de huurders. Als er nu een melding van schade of ongemak wordt gedaan door de woningcorporatie dan komt die in beide systemen terecht (woningcorporatie en onderhoudsbedrijf).

Laaghangend fruit is het verder toepassen van deze communicatie en bekijken waardoor deze vorm van verbinding nog slimmer en sneller ingezet kan worden.

Meerwaarde

- Verbeteren communicatie tussen organisaties en/of eindgebruikers
- Vergroten efficiëntie van werkprocessen
- Kostenbesparend, geen dubbele dingen doen
- Slimmer (sneller) werken

Randvoorwaarden

- Organisatorisch: Vraagt veel tijd, afstemming en vertrouwen in en tussen de betrokken organisaties en gebruikers



Robots en cobots

Het gaat bij deze categorie om machines die geprogrammeerd zijn om zelfstandig taken uit te voeren op basis van omgevingsinformatie (robots) en soortgelijke machines die ontworpen zijn om veilig en efficiënt met mensen samen te werken op de werkplek (cobots).

Er zijn diverse mogelijkheden om handmatig, zwaar, saai of repeterend werk te robotiseren. Van belang is om te komen tot een goede taakverdeling tussen mens en robot

Wat zeggen de bedrijven?

- “We gaan er van uit dat 80% van het werk door de robot wordt gedaan en 20% met de hand, met name voor de hoeken en dakranden. Maar het is nog wel afhankelijk van het soort gebouw. Helemaal terugbrengen naar werk voor lager opgeleiden zal niet gaan, de ervaren metselaar zal blijven voor ‘specialties’ en belangrijke kwaliteitsonderdelen van de muur.” – producent metselrobot
- De producent van de metselrobot ziet mogelijkheden voor support technologieën gekoppeld aan de robot, waarbij de handleiding wordt vervangen door een slimme tablet, ondersteunt door filmpjes of een keuze checklist. “Het zit momenteel al in het systeem voor de huidige operator, maar we willen het ook toegankelijk maken voor minder ervaren mensen, bijvoorbeeld voor een metselaar in opleiding. En bij voorkeur in samenwerking met opleiders.”
- Het bouwbedrijf ziet door verdere industrialisatie van processen (bv houtskeletbouw in de fabriek) mogelijkheden voor het inzetten van robots en cobots

Metselrobot

De metselrobot maakt het mogelijk om traditioneel metselwerk te kunnen blijven realiseren in een tijd van arbeidstekorten. De robot metselt (saaie/rechte) muren sneller dan de vakman zodat deze vakman het uitdagender metselwerk kan oppakken en de robot kan instrueren. Dat instrueren is momenteel nog een punt van verbetering waar een persoonlijke assistent bijvoorbeeld aan bij kan dragen.

Meerwaarde

- Slimmer organiseren van het werk rondom de beschikbare menskracht
- Repeterend werk verminderen en uitdagingen behouden
- Het werk kan sneller voor grote oppervlaktes
- Minder materiaal & minder co2 uitstoot

Randvoorwaarden

- Technisch: robot sneller en simpeler maken, zodat de kosten omlaag gaan.
- Organisatorisch: bouwbedrijven enthousiasmeren voor deze techniek



Sorteerrobot

Een robot die het sorteren van mono stromen aan puin vereenvoudigt. Mono stromen bevat zo goed mogelijk gescheiden sloop materialen van een gebouw die niet circulair gebruikt of on-site gesorteerd kunnen worden. Deze stromen worden nu nog veel met de hand gesorteerd, maar dit kan ook al met commerciële robots.

Meerwaarde

- Vermindering fysieke en mentale (onder) belasting
- Het werk kan sneller en continu doorgaan

Randvoorwaarden

- Technisch: Robots zijn nog vrij kostbaar.



Hoofdstuk 4

Conclusie: mogelijkheden voor arbeidsondersteunende technologie in de bouw

Impact van de technologieën op de uitdagingen

Overkoepelend zien we dat vrijwel alle technologieën bijdragen aan het terugdringen van de arbeidstekorten. Daarnaast veranderen ze vrijwel allemaal de manier van werken waardoor o.a. de efficiëntie vergroot terwijl de kosten lager worden. Verder is te zien dat per technologie categorie andere uitdagingen aangepakt kunnen worden.:

Deze categorie ondersteunt bij het beheersbaar houden van de toenemende complexiteit. Verder zien we een onderverdeling in enerzijds digitale ondersteuning op de bouwplaats/fabriek voor het inleren en instrueren van medewerkers. Hiermee kan de bouw effectief vakkennis en informatie borgen en verdelen. Ook ondersteunt de inzetbaarheid van minder ervaren werknemers zodat arbeid sneller opgeschaald kan worden wanneer dat nodig is. Anderzijds zien we een copiloot voor kantoorwerk en werkvoorbereiding. De copiloot ondersteunt bij het modulair bouwen.

01 Persoonlijke assistent & monitoring

Augmented & Virtual Reality 02

De geïdentificeerde vormen van VR helpen de bouw vooral door het inleren en instrueren van medewerkers middels trainingen. De AR technologie helpt bij het visualiseren van verborgen systemen en materialen om de besluitvorming te ondersteunen.

Deze technologieën ondersteunen het omgaan met de toegenomen complexiteit in de bouw. Dit wordt o.a. bereikt door nieuwe en slimme manieren van communicatie tussen bedrijven, gebruikers en ook systemen. Verder kan de technologie helpen rondom standaardisatie en modulair werken.

03 Autonome systemen & data analyse

Robots & cobots 04

Het inzetten van Robots & cobots op de bouwplaats/in de fabriek helpt vooral om fysiek zwaar werk en mentaal belastend werk (door eentonigheid) te verlichten en de efficiëntie te verhogen

Werk in de bouw is vaak fysiek zwaar, hetgeen niet altijd verlicht kan worden door het ontwerp, robotisering of automatisering. In dat geval is het interessant te kijken of een exoskelet de fysieke belasting kan verlichten zodat werknemers langer gezond en inzetbaar blijven.

05 Exoskeletten

Inzetbaarheid van technologieën

Zeven technologieën zijn commercieel verkrijgbaar en vereisen vooral implementatie tijd en/of ontwikkeling van content om aan de randvoorwaarden te voldoen en ermee aan de slag te gaan.

- Digitale werkinstructies
- VR technologie voor E-learning
- Passief exoskelet rugondersteuning
- Passief exoskelet armondersteuning
- Remote support
- Slimmer verbinden van organisaties en gebruikers
- Sorteerrobot

Vier technologieën bestaan al in redelijk ontwikkelde vorm maar vereisen nog enige doorontwikkeling om aan de randvoorwaarden te voldoen. De technologieën zijn al wel te testen.

- AI assistent voor kantoorwerk
- Instant werkinstructies
- Chatbot voor storingen
- Metselrobot

Vier technologieën hebben een uitgebreider traject nodig om aan de randvoorwaarden te voldoen. Het zijn voor nu vooral interessante concepten en bedoeld te inspireren. Bedrijven kunnen hiermee aan de slag gaan in bijvoorbeeld een ontwikkel project.

- AI assistent circulariteit
- AR HoloLens projectie circulariteit
- Slim monitoren
- Modulair ontwerpen met AI assistent

Technologieën samengevat

Samenvattend zien we zes (groepen van) technologieën die op korte termijn en veel impact kunnen maken in de bouw door de medewerkers te ondersteunen in de geïdentificeerde uitdagingen.

Digitale ondersteuning op de bouwplaats

Deze technologie kan helpen om te ondersteunen bij het gebruik van nieuwe werkmethoden en/of technologie. Ook helpt het kennis gedoseerd te geven, afgestemd op het niveau van de medewerker.

Daarnaast kan een AI toevoeging helpen het om kennis van ervaren medewerkers te vangen. Deze toepassing hangt samen met data-analyse om gesproken kennis van de expert via AI te vertalen in instructies.

AI assistent voor kantoorwerk

Een copiloot voor kantoor of schouw werkzaamheden die mee kijkt en denkt tijdens werk om nieuwe documenten/content te creëren. Denk daarbij aan een concept offerte, planning, juridische afweging of project voorstel. Deze technologie hangt nauw samen met autonome systemen en data-analyse die de AI als persoonlijke assistent vormen.

VR Training

Een realistische omgeving om te leren werken met een bepaald product, gereedschap of veiligheidssituaties. Deze technologie kan ingezet worden voor nieuwe medewerkers, of bij de introductie van nieuwe technologieën of werkprocessen.

Slimmer verbinden

Een verbindend systeem tussen gebouwen, gebruikers, eigenaren en beheerders (e.g. DataRotonde). Deze technologie helpt om onderhoud en reparaties efficiënt te plannen.

Daarnaast kan de technologie doorontwikkeld worden om sensoren van systemen uit te lezen en zo nodig automatisch (onderhouds)tickets aan te maken. De juiste instantie kan het ticket dan plannen en afhandelen.

Robots & Cobots

Een robot of cobot die zwaar of eentonig werk overneemt. Voorbeelden hiervan zijn een metselrobot of een sorteerrobot. Maar er bestaan ook diverse andere toepassingen voor in fabrieken.

Exoskeletten

Een exoskelet die medewerkers fysiek ondersteunt. Dit kan tijdens langdurige installatie- of oogst werkzaamheden aan een plafond maar ook tijdens langdurige installatie van onderdelen aan een liggend prefab gevelpaneel in een fabriek.

Colofon

Projectnummer 060.54723
Rapportnummer TNO 2024 R10609

Contact TNO Anneke Goudswaard
E-mail anneke.goudswaard@tno.nl

Healthy Living & Work
Sylviusweg 71
2333 BE LEIDEN
Postbus 2215
2301 CE LEIDEN
www.tno.nl

T 088 866 7500
info@tno.nl

© 2024 TNO

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Handelsregisternummer 27376655