

12

WSPÓŁPRACA Z PRZEMYSŁEM NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ZDALNIE STEROWANEGO ROBOTA BUDOWLANEGO PRZY WSPÓŁPRACY Z FIRMA A.R.E.

12.1 DESIGN, FANABERIA CZY KONIECZNOŚĆ – EWOLUCJA ŚWIADOMOŚCI UŻYTKOWNIKÓW

Kolorystyka, logotyp na produkcie, ozdobniki, ogólnie pojęta „ładność”. Takimi kategoriami wciąż postrzegany jest dizajn w środowisku użytkowników maszyn budowlanych. Na szczęście ta tendencja się zmienia. Na hasło „wzornictwo przemysłowe” reakcje i skojarzenia są jeszcze ciekawsze ale często równie nietrafione, autor jak i zapewne wielu praktyków projektantów niejednokrotnie wcielał się w rolę edukatora, prostującego źle pojętą definicję jak i swoją rolę w procesie projektowym. „Dobry design to czasownik a nie rzeczownik. To sekwencja kroków, która pomaga zdefiniować problemy, odkryć możliwe sposoby ich rozwiązania i sprawić, żeby stały się rzeczywistością” [1]. Nie sposób się nie zgodzić z powyższym stwierdzeniem które tłumaczy dizajn jako proces a nie wyłącznie jako finalny „dizajnerski” wyrób. Jak wyżej wspomniano ten punkt widzenia się zmienia, czego dowodem jest niżej opisany projekt robota budowlanego ARE 100.

Producenci maszyn budowlanych zaczynają dostrzegać dizajn jako narzędzie przewagi rynkowej. W dobie rozwoju technologii, wyśrubowanych wymogów technicznych oraz drakońskich norm takich jak Euro 6, w dobrym, rozpoznawalnym wzornictwie widzą szansę zwiększenia konkurencyjności. Pozornie pragmatyczny, skupiony na efektywności i trwałości nie wymagający empatii, poszukiwań nowych rozwiązań funkcjonalnych czy estetycznych obszar, wykazuje coraz większy apetyt na wzornictwo przemysłowe. Rolę wzornictwa w maszynach budowlanych, ale także w innych obszarach projektowych, autor postrzega w kilku płaszczyznach. Pierwsza bezpośrednio wiążąca się z komercyjną stroną produktu, to psychologiczny odbiór maszyny. Jak przekonuje Richard Killgren, wieloletni projektant w Bentley i Lotus, obecnie projektant firmy LiuGong, „postrzegana jakość pomaga sprzedawać maszyny” [2]. Walory estetyczne będące wynikiem zaawansowanego procesu myślowego

i kompromisowych działań wielu osób budzą emocje przy pierwszym kontakcie wzrokowym odbiorcy z maszyną. Ten pierwszy kontakt często decyduje o odbiorze maszyny, negatywnym bądź pozytywnym, bez względu na rozwiązania użytkowe czy parametry techniczne. Doświadczeniami autora zdobyte w trakcie realizacji projektu ARE 100 ale również wielu wcześniejszych, są potwierdzeniem takiej postawy odbiorców i użytkowników. Niejednokrotnie na etapie badania rynku maszyn budowlanych, poprzedzającego pracę projektową, ze strony inżynierów praktyków padały stwierdzenia „nie no, to się urwie, do niczego...” albo „wygląda jak by się miało przewrócić” z góry dyskwalifikując daną maszynę nie zagłębiając się zbytnio w jej specyfikację. Często niewielkie niuanse takie jak proporcje, optyczna równowaga komponentów, czy wzbudzająca zaufanie widoczna konstrukcja, okazywały się decydujące w wydawaniu opinii. W sposób oczywisty takie podejście przekłada się na sprzedaż maszyny, użytkownik zainteresowany, emocjonalnie ukojony, przechodzi do kolejnych etapów w podejmowaniu decyzji takich jak analiza danych czy testy. Nie bez znaczenia pozostaje też komfort psychiczny użytkownika związany z pracą z urządzeniem „godnym zaufania”. Inna płaszczyzna na której udział dizajnu znacząco wpływa na jakość to możliwość czynienia produktu lepszym poprzez usprawnienia; poprawę funkcjonalności, eliminację wad, udoskonalenia procesów. Takie działania możliwe są na każdym etapie projektowania, poczynając od samego definiowania problemu. Interdyscyplinarne grupy projektowe są obiektywnie podstawową formą współpracy przy projektowaniu i wdrażaniu produktu takich jak m.in. maszyny budowlane. Marginalizowanie projektanta do roli „upiększacza-stylisty”, który w końcowej fazie projektu „upakuje” wszystkie komponenty do „ładnej” obudowy jest w istocie działaniem na szkodę przedsięwzięcia.

12.2 AKTUALNE TRENDY WZORNICZE W MASZYNACH BUDOWLANYCH

Branża maszyn budowlanych jest bardzo specyficzna i mocno zróżnicowana pod względem podejścia do wzornictwa. Większość producentów dostrzegła konieczność włączenia projektantów w proces tworzenia maszyn, JSB, Caterpillar, Mecalac czy też producenci robotów budowlanych tj. Brokk czy Husqvarna doskonale to obrazują (rys. 12.1).

Są także przykłady marek które celowo bądź nieświadomie pomijają wzornictwo. Są to działania krótkowzroczne i w dalszej perspektywie nie dające szans na skuteczne konkurowanie na rynku. Za przykład może posłużyć firma TopTec, roboty budowlane tego belgijskiego producenta charakteryzują się trwałością i solidnością wykonania z jednej strony oraz totalnym deficytem wzornictwa z drugiej. Obserwując produkty firmy TopTec nie trudno ulec wrażeniu że ma się do czynienia ze sprzętem sprzed pół wieku, anachroniczne podejście do formy, kompletna niedbałość o szczegóły potęgują garażowy charakter maszyn.



Rys. 12.1 Zestawienie wybranych przykładów wzornictwa w maszynach

Producent ma w ofercie cztery maszyny o różnej specyfikacji od dwutonowego TopTec 1820e po ponad sześciotonowego TopTeca 5500 oraz całą gamę narzędzi, serwis oraz możliwości personalizacji maszyn. Oferta firmy wskazuje na spore zaplecze technologiczne, warsztatowe i duże doświadczenie, jednakże te niewątpliwe zalety nie są w stanie zrekompensować antypatycznej siermiężności (rys. 12.2).



Rys. 12.2 Gama produktów firmy TopTec, model 5500, 4500 E, 2500 oraz 1850

Skrajnie inne podejście do formy, spójności wzorniczej produktów jak i wpływu projektantów na produkt, prezentuje firma Brokk. Szwedzki producent robotów budowlanych posiada w swojej stałej ofercie dziesięć maszyn i jest prekursorem robotów budowlanych [3]. Firma z całą pewnością współpracuje z dizajnerami,

niestety brakuje spójnego charakteru robotów. Każdy kolejny model prezentuje się w oderwaniu od swoich poprzedników. Efektem takiego działania jest brak spójnego charakteru marki, poza kolorystyką bazującą na żółci ostrzegawczej RAL 1003 z akcentami szarości, mało jest cech wspólnych. Dla porównania Brok 60 posiada formę niewyważoną, skupioną na obudowie obrotowej wieży oraz tylnej części. Wykonane z tworzywa elementy są dosyć swobodnie kształtowane, bez większego powiązania z optycznie filigranowym ramieniem oraz ordynarnymi podporami. Model 160 to z kolei podróż w czasie o trzy dekady wstecz, nie uświadczymy w tym przypadku opływowo kształtowanego tworzywa ale jedynie nieskomplikowane kształty wynikające z prostej obróbki blachy (gięcie w jednej płaszczyźnie, spawanie). Stylistyka Brokka nasyciona jest skrajnościami od zoomorficznych kształtów po archaiczne, toporne formy podające w wątpliwość współczesne pochodzenie maszyn. Na tle tak różnorodnych poszukiwań interesującym w opinii autora wydaje się być ostatni projekt firmy Brokk model 280 (rys. 12.3), zaprezentowany na targach Bauma 2016.



Rys. 12.3 Nowy produkt firmy Brokk, model 280 (2016)

Zapowiada on zmianę stylistyki i podejścia do formowania maszyny, producent zachował technologie formowania osłon z tworzywa lecz są one dużo bardziej

kompatybilne w stosunku do reszty komponentów. Także powierzchnie wykonane z blachy znajdują swoje odzwierciedlenie w innych obszarach. Jednocześnie wzornictwo jakie prezentuje model 280 zdaje się być na tyle uniwersalne że będzie możliwa jego aplikacja w innych modelach. Jak sam producent przyznaje „firma Brokk przywiązuje bardzo dużo uwagi do niezawodności, ergonomii i jakości wykonania co nie oznacza że maszyny nie mogą dobrze wyglądać” [4].

Drugim największym producentem zdalnie sterowanych robotów budowlanych jest Husqvarna. Firma należąca do Husqvarna Vapenfabrik [5] skupia wokół siebie wiele przedsiębiorstw produkujących m.in. narzędzia i akcesoria ogrodnicze, motocykle a także sprzęt budowlany. Roboty budowlane Husqvarny są bardzo spójne stylistycznie, wynika to z niedużych różnic w gabarytach, najcięższy model DXR 310 waży nieco ponad dwie tony a najmniejszy DXR 140 900 kg, szerokość każdego z robotów nie przekracza 800 mm. Niewielkie różnice w wymiarach pozwalają na zastosowanie zbliżonych bądź tych samych komponentów, co za tym idzie łatwiej jest panować nad określoną linią wzorniczą. Modele DXR 310, 300, 270, oraz 250 różnią się przede wszystkim osprzętem, podporami oraz parametrami technicznymi. Zdecydowanie inny układ prezentuje DXR 140 (rys. 12.4), który nie posiada obrotowego korpusu a jedynie wieżę z ramieniem usytuowaną na stabilnym kadłubie. Mimo to porównując dwa skrajne modele 140 oraz 310, analizując przetłoczenia blach, kierunki linii determinujących formę, promienie łuków nadających charakter można bez trudu odnaleźć wspólne elementy wskazujące jednoznacznie rodowód maszyn. Pomimo odmiennych brył wynikających z różnej konstrukcji, wszystkie maszyny wykorzystują te same linie i powierzchnie bazowe. Powierzchnie tworzące bryłę robotów Husqvarna są bardzo starannie zaprojektowane i wykonane, spasowanie elementów nasuwa skojarzenia z przemysłem motoryzacyjnym, szczeliny są równe a elementy precyzyjnie złączone [6].



Rys. 12.4 Porównanie robotów Husqvarna DXR 250 po lewej oraz DXR 140

Blachy używane do maszyn mają grubość 2-3mm ich formowanie jest trudne i bardzo kosztowne a części zamienne osłon tłoczonych sięgają kilku tysięcy złotych. Spadające odłamki skuwanych konstrukcji, uszkodzenia mechaniczne powstające w trakcie transportu oraz niejednokrotnie obcesowe traktowanie sprzętu przez pracowników firm budowlanych, to element codziennej eksploatacji robotów. W świetle powyższych czynników nadmierna precyzja, przestaje być zaletą. Uszkodzony element osłony kadłuba odkształca się pod wpływem uszkodzeń, otwory montażowe się przemieszczają co utrudnia serwis. Koszty powodują że użytkownik rzadko wymienia uszkodzone elementy osłon, najczęściej doraźnie je reperuje co wpływa na estetykę maszyny ale także na walory użytkowe. Doświadczenia autora wynikające z wywiadów z użytkownikami robotów budowlanych wskazują na to iż roboty o mało „wyrafinowanej” formie takie jak np. Brokk 400 czy TopTec 1820e są postrzegane jako mniej zawodne jedynie na podstawie formy. Dizajn tych robotów jest jednak odbierany dość chłodno. Sprzęt Husqvarny jest postrzegany entuzjastycznie i określany mianem „bardzo ładny”, jednak paradoksalnie dzięki swojej stylistyce traktowany z rezerwą w kwestiach użytkowych i eksploatacyjnych. Autor dostrzega pewną lukę we wzornictwie współczesnych maszyn budowlanych, a zwłaszcza budowlanych robotów zdalnie sterowanych. Możliwość wyboru użytkownika zawiera się pomiędzy siermiężną prostopadłościenną bryłą albo wystylizowaną często przeestetyzowaną formą opierającą się na drogiej technologii wykonania i kłopotliwej w serwisie. Aktualne trendy wzornicze w maszynach budowlanych można podzielić na dwie zasadnicze kategorie. Pierwsza to przykład zdecydowanego odejścia od prostego formowania blach na rzecz tworzyw, materiałów kompozytowych, oraz w przypadku większych producentów tłoczenia blachy. Uzyskiwanie w ten sposób bardzo rozbudowane, finezyjne kształty są często bez relacji z innymi elementami maszyn powodując dysproporcje i w efekcie sprawia niespójne wrażenie. Mamy w tej grupie do czynienia z zachłyśnięciem się możliwościami technicznymi i nowymi materiałami co sprawia że współczesne maszyny nie sprawiają już wrażenia „umiarkowanej pancerności” znanego ze starszych maszyn. Druga grupa to zazwyczaj mniejsi producenci niedysponujący zapleczem finansowym oraz warsztatowym pozwalającym na swobodne podejście do formy, stosują proste rozwiązania tj. cięcie blachy, zaginanie w jednej płaszczyźnie, w sposób najbardziej oczywisty. Takie maszyny często prezentują się anachronicznie pomimo szeregu zalet zawartych w specyfikacji. Interesującym kierunkiem w kreowaniu maszyn budowlanych w opinii autora są z całą pewnością nowe materiały, technologie takie jak wtrysk [7], kompozyty [8] czy druk 3D [9], które pozwolą na większą swobodę projektantów, ale także ich umiejętne połączenie ze znanymi, sprawdzonymi i szeroko stosowanymi rozwiązaniami takimi jak cięcie, gięcie, spawanie elementów metalowych.

12.3 WSPÓŁPRACA, ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE, WSTĘPNE KONCEPCJE

Praca w grupie złożonej ze specjalistów różnych dziedzin oraz wspomaganie procesu projektowego nowoczesnymi narzędziami, pozwala skrócić i optymalnie rozplanować czas. Największą zaletą, jaką autor dostrzega w opisywanym modelu współpracy, jest pragmatyczne podejście do projektowania. Projektant na każdym etapie posiada wsparcie w postaci materiałów i konsultacji, ma wpływ na podejmowanie decyzji dot. projektu i ma wyraźnie opisany zakres obowiązków. Jednocześnie projektant posiada sporą dozę autonomii niezbędnej dla twórczego podejścia w poszukiwaniu formy i rozwiązań funkcjonalnych.

Roboty budowlane to maszyny, które od wczesnych lat osiemdziesiątych kiedy to firma Brokk wypuściła na rynek 250 pierwszych maszyn, są odpowiedzią na trudne warunki pracy oraz niebezpieczne środowisko. Obszary niedostępne dla większych, tradycyjnych maszyn przestały być synonimem tytanicznej, niebezpiecznej, ręcznej pracy robotników. Zdalne sterowanie robota eliminuje uciążliwe i niebezpieczne wibracje odczuwalne w większych maszynach, odsuwa operatora od najbardziej niebezpiecznych stref pracy i zapewnia doskonałą widoczność. Zasilanie elektryczne zapewnia ciągłość pracy przy jednoczesnym braku zanieczyszczeń spalinami umożliwiając prace wewnątrz pomieszczeń jak i na zewnątrz. Szeroki zestaw osprzętu, możliwy do zamontowania na maszynach, daje szeroki wachlarz prac tj. kruszenie, kopanie, kucie, transportowanie, wiercenie, cięcie a nawet torkretowanie [10]. Mając świadomość wszelkich zalet jakie oferuje maszyna takiego typu autor postanowił przyjrzeć się szczegółowo jakie czynniki są odpowiedzialne za ich skuteczność a które są przejawem pewnej „inercji” w projektowaniu.

Prace projektowe nad robotem budowlanym ARE 100 były poprzedzone gruntowną analizą funkcjonalną i ergonomiczną istniejących na rynku rozwiązań. Analiza skupiła się na dwóch głównych obszarach takich jak robot oraz pulpit sterowniczy robota. Każdy z obszarów podzielony został na trzy kategorie (tabela 12.1). Analiza oparta została na wywiadach z użytkownikami, obserwacjach własnych autora i pozostałych członków zespołu oraz doświadczeniach przedstawicieli firmy Advanced Robotic Engineering.

Powyższe obserwacje pozwoliły na określenie założeń projektowych i wytycznych poprzedzających etap generowania pomysłów. Zbieranie informacji nie ograniczało się jedynie do teorii. Śledzenie maszyny oraz operatora w trakcie pracy, w naturalnym środowisku przy pracach rozbiórkowych, m.in. w Pawilonie Czterech Kopuł, okazało się niezwykle owocnym doświadczeniem. Pozwoliło to zapoznać się z procedurami związanymi z obsługą i serwisem robotów budowlanych, wskazały mocne strony oraz newralgiczne obszary wymagające szczególnej uwagi. Jednym z takich obszarów jest sposób połączenia pulpitu sterowniczego zdalnego sterowania z maszyną a także z operatorem. Połączenie z maszyną rozumiane w dwóch płaszczyznach. Stylistyczne połączenie z maszyną – pulpit, poza kolorystyką, często nie nawiązuje formą do maszyny i sprawia niespójne wrażenie.

Tabela 12.1 Analiza obszarów robota

| robot budowlany | funkcja | ergonomia | stylistyka |
|-----------------|--|--|--|
| 01 | praca w trudnych warunkach (profesjonalne narzędzie budowlane) | oświetlenie (problem z doświetleniem otoczenia, miejsca pracy robota, z reguły oświetlone tylko z przodu w miejscu pracy ramienia, brak oświetlenia peryferyjnego) | wiodąca rola na rynku Husqvarna oraz Brokk |
| 02 | wykonuje prace budowlane w trudno dostępnych miejscach dla większych maszyn | elementy do podnoszenia robota (tzw. uszy - nie zawsze są przewidziane) | w nowszych modelach obudowy z tworzyw, kompozytów (nieskrępowane kształty, tracą charakter odpornych maszyn) |
| 03 | porusza się po nierównościach (schody, gruz itd.) | rewizje, dostęp do wnętrza, serwisowanie (najlepiej jak najobszerniejsze, łatwe w demontażu) | mniejsi producenci często pomijają kwestię wzornictwa |
| 04 | jest narażony na uszkodzenia mechaniczne (spadające elementy) | składanie do transportu (w złożeniu nie powinien przekraczać wysokość x szerokość x długość: 780 mm x 2210 mm x 1285 mm) | trudność w całościowym traktowaniu formy maszyny (dysproporcja korpus- ramiona) |
| 05 | występuje konieczność otwierania/zamykania elementów obudowy (czynności eksploatacyjne, serwisowe) | kabel zasilania (częsty problem w trakcie pracy, najechanie na kabel i jego wypięcie lub uszkodzenie-uniemożliwienie robota) | brak równowagi optycznej kształtów (cienkie ażurowe ramie w stosunku do zwrętego, masywnego dołu) |
| 06 | widoczny na zewnątrz wyłącznik awaryjny "hebel" (w dostępnym, bezpiecznym miejscu). | poprowadzenie przewodów hydraulicznych (na zewnątrz wzdłuż ramion, narażone na uszkodzenia, osłonięte częściowo tylko w miejscu połączenia lub w pancerzu ochronnym) | mało nawiązań (najczęściej kolor) |
| 07 | w mniejszych maszynach obrotowa wieża, w większych wieża sztywno zamocowana na korpusie, obracany korpus | uszkodzenia obudowy (zniekształcenia obudowy po dłuższym użytkowaniu, nie pasujące powyginane elementy montażowe) | wizualne wrażenie delikatności ramion (zwłaszcza wśród mniejszych producentów) |
| 08 | | osłony newralgicznych miejsc (siłowniki w podporach osłonięte "pancerzem") | stosowanie orurowania newralgicznych obszarów, nie przystanianie obudową (husqvarna) |
| 09 | | oświetlenie (wtłoczone w obudowę albo przystosowane elementem ochronnym) | często stosowany podział kolorystyczny (korpus - ramie) |
| 10 | | | oderwanie optyczne podpór od całości poprzez kolor, formę (wrażenie "doklejenia" elementu który nie jest integralną częścią) |

Fizyczne połączenie – np. w trakcie przerw w pracy, w transporcie, pulpit zazwyczaj nie ma przewidzianego miejsca, schowka, gniazda zapewniającego wygodną i pewną asekurację. Najczęściej jest odkładany na podłożu, wieszany na maszynie, niesie to ze sobą ryzyko uszkodzenia, zabrudzenia czy nawet zgubienia kosztownego i kluczowego elementu maszyny.

Etap zbierania doświadczeń został zwieńczony listą założeń którymi autor kierował się w pracach projektowych:

- robot wyburzeniowy ARE 100 to około 1 tonowa zdalnie sterowana maszyna,

- konstrukcja oparta na podwoziu gąsienicowym o czterech podporach i obrotowym trzyczłonowym ramieniu z możliwością wymiany narzędzia,
- uzyskanie korelacji stylistycznej obrotowego ramienia z pozostałymi elementami robota,
- uzyskanie formy wskazującej na funkcję, optycznie sprawiającą wrażenie solidnej konstrukcji i dającą odbiorcy komfort psychiczny poprzez komunikat „solidny ale nie siermiężny”,
- ograniczenie do minimum powierzchni równoległych do podstawy (zniwelowanie sił występujących przy spadających odłamkach gruzu),
- wskazanie powierzchni szczególnie narażonych na uszkodzenia, ułatwienie ich wymiany,
- ukształtowanie obudowy umożliwiające wygodny dostęp do elementów wymagających,
- serwisowania,
- wyszczególnienie miejsca na manipulator, chroniące go w trakcie przerw w pracy, transportu,
- zrównoważenie ciężaru optycznego ramion z resztą maszyny, (równowaga między górą a dołem,
- proporcje inspirowane np. ramieniem ludzkim – bardziej masywne elementy bliżej korpusu),
- wyprowadzenie kabla zasilającego umożliwiające sprawne manewrowanie maszyną, zapobiegające najechaniu, zerwaniu,
- sygnalizacja sytuacji krytycznych w relacji robot-pulpit sterowniczy-operator tj. najechanie na kabel zasilający, tzw. „puste bicie”⁵, awaria,
- rozwiązanie problemu niedoświetlenia miejsca pracy oraz najbliższego otoczenia wokół robota,
- zabezpieczenie powierzchni newralgicznych elementy jak np. światła, wskaźniki, przewody hydrauliczne,
- uzyskanie efektu spójnej całości sylwetki robota zarówno w trakcie pracy jak i w złożeniu, wrażenie stabilności,
- zapewnienie możliwości adaptacji stylistyki robota na wyższe (w typoszeregu), cięższe modele w linii produktów firmy Advanced Robotic Engineering,
- uzyskanie projektu efektywnie wykorzystującego możliwości technologiczne firmy Advanced Robotic Engineering (technologie obróbki metali, gięcie, spawanie, cięcie plazmowe, gięcie za pomocą prasy krawędziowej),
- uzyskanie spójnej z robotem formy pulpitu sterowniczego⁶,

⁵ „puste bicie” niepożądany wręcz szkodliwy efekt nieumiejętnej pracy udarowym młotem hydraulicznym pionowego użytku, wpływa negatywnie na mechanizm udarowy młotów, przenosi siłę na elementy maszyny a nie na obrabiany materiał. Efekt ten można porównać do uderzania młotkiem w dłuto „w powietrzu” bez oparcia grota dłuta o materiał.

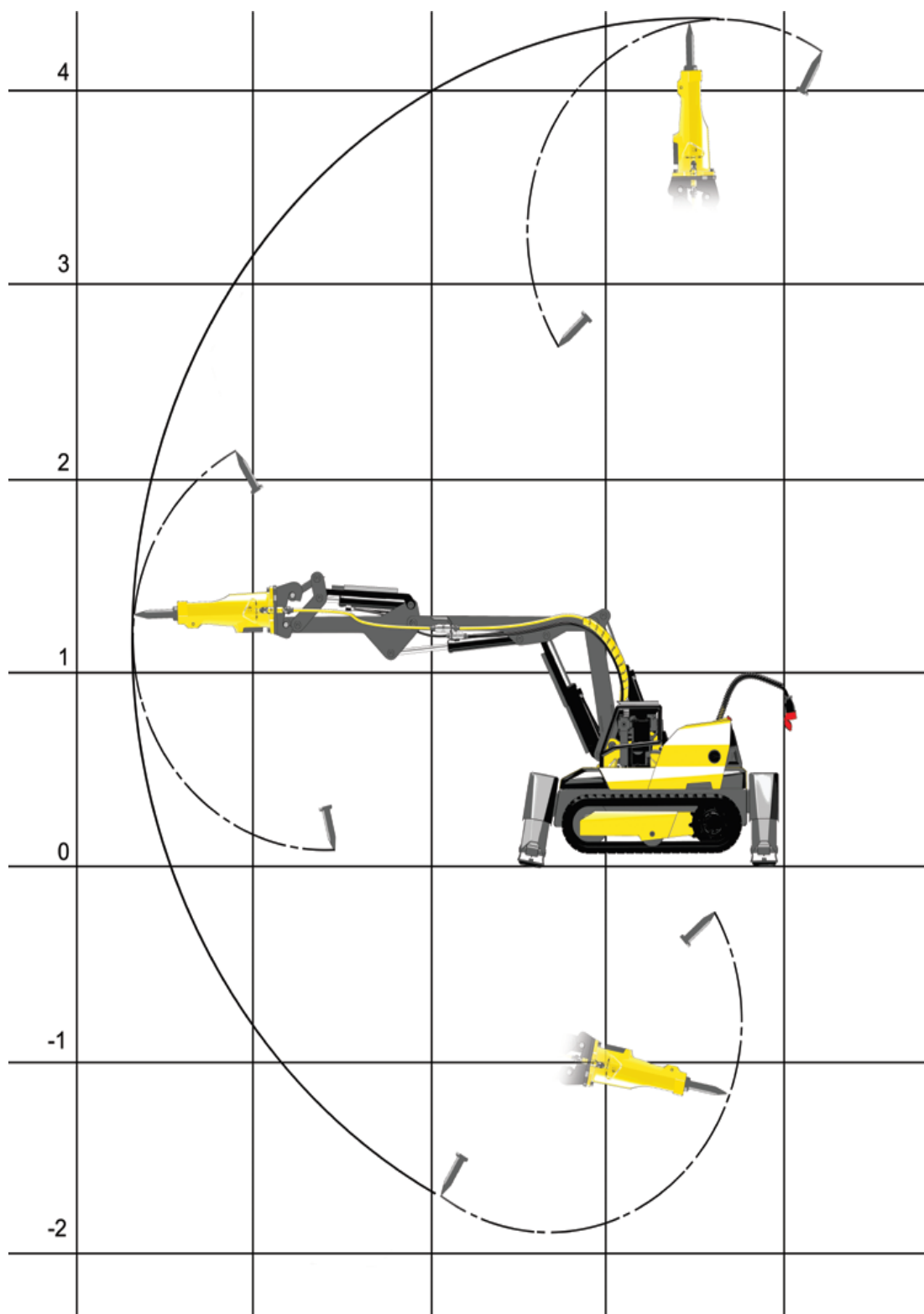
- umożliwienie szybkiego montowania, demontowania pulpitu sterowniczego w trakcie pracy,
- dostosowanie ergonomicznych rozwiązań do specyfiki pracy (zanieczyszczenie, zapylenie, praca w rękawicach ochronnych).

12.4 ARE 100

Ostateczna forma robota budowlanego ARE 100 to wynik wielu roboczogodzin zespołu projektowego spędzonych na poszukiwaniach optymalnych rozwiązań, doborze odpowiednich komponentów, zapewniających utrzymanie wypracowanej wcześniej koncepcji (rys. 12.5). Autor wielokrotnie w pracach przy projekcie, a zwłaszcza w jego końcowej fazie stawał przed wyborem priorytetów. Hierarchia ważności pomiędzy stylem, charakterem projektu a twardymi wymogami technicznymi, ekonomicznymi czy technologicznymi to stały element projektu ARE 100. Ostateczna wersja projektu została pozytywnie zaopiniowana przez wszystkich członków zespołu projektowego. Aktualnie⁷ prace nad projektem są w fazie budowania prototypu. Pomimo dużego nakładu pracy i środków w fazie projektowej, nie da się przewidzieć ewentualnych niuansów technicznych mogących mieć wpływ na formę oraz funkcję w fazie budowania prototypu. Przedstawiony poniżej projekt jest wersją przed produkcyjną, prototyp może mieć pewne nieznaczące odstępstwa. W projekcie ARE 100 udało się zawrzeć wypracowane wcześniej założenia ergonomiczne, materiałowe, stylistyczne i użytkowe. Opracowywana koncepcja zakładała podział powierzchni robota na obszary w różnym stopniu narażone na uszkodzenia co pociągało za sobą potrzebę zastosowania odmiennych materiałów i sposobów wytworzenia. Większość elementów poszycia oraz konstrukcji robota opiera się na technologii cięcia plazmowego blachy oraz zaginania na prasie krawędziowej (tymi narzędziami dysponuje firma Advanced Robotic Engineering w swoim parku maszynowym – przyp. autora). Obszary o bardziej skomplikowanej geometrii takie jak obudowy świateł oraz korpusu, wykorzystują technologię termoformowania. Dzięki temu możliwe było bardziej swobodne traktowanie formy. W przypadku niektórych elementów takich jak kratki nawiewów nieodzowna okazała się technologia wykrawania CNC narzędziami postępowymi [11], dająca możliwość uzyskania krótkich serii niesztampowych elementów bez konieczności wytwarzania kosztownych narzędzi. Geometryczny charakter maszyny zbudowany został w oparciu o kilka linii bazowych determinujących powierzchnie i porządkujących kierunki. Kilka zdecydowanych, dynamicznych przetłoczeń o kącie nachylenia 4 stopni względem podłoża to dominanta, którą można zaobserwować zarówno w obudowie naciągu gąsienic, korpusie jak i w ramieniu maszyny.

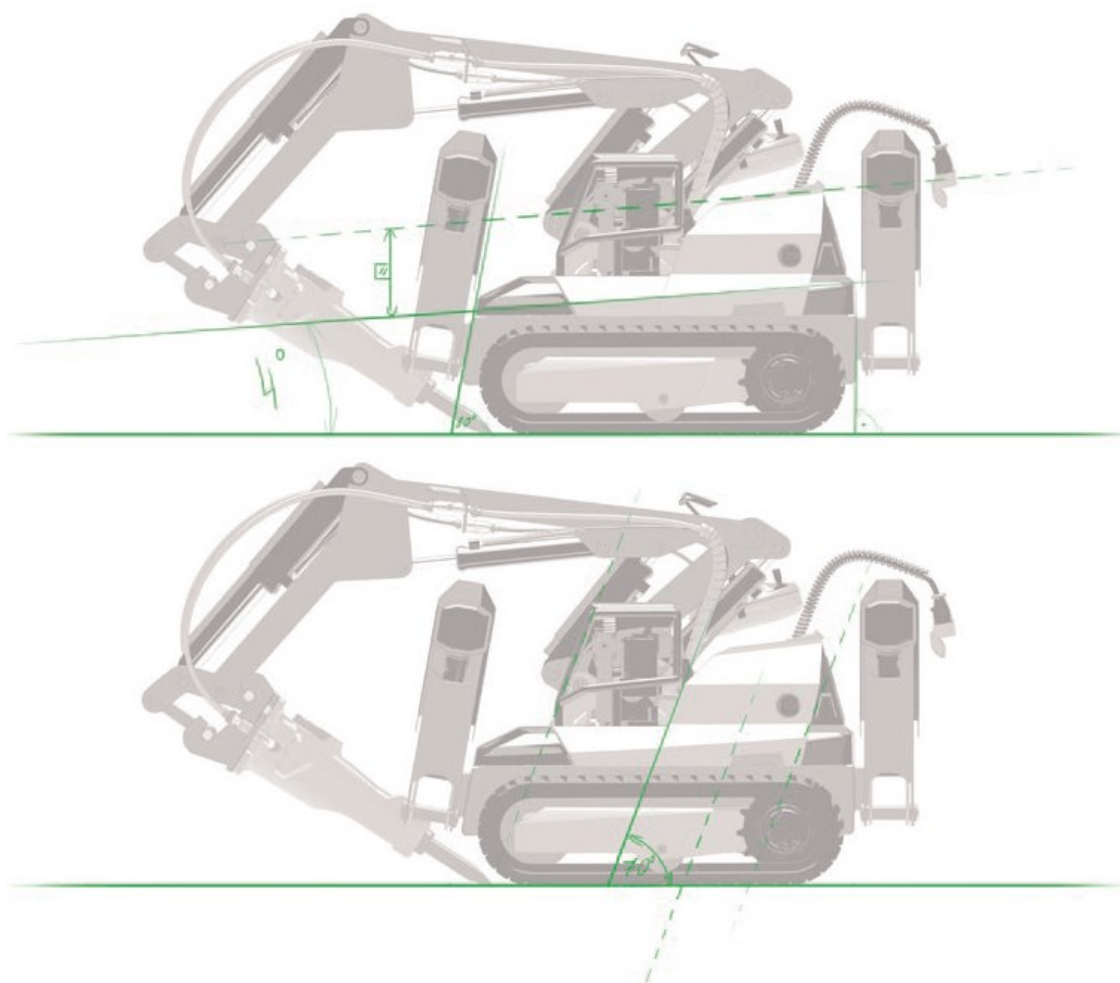
⁶ prace związane z pulpitem sterowniczym, koncepcja stylistyczna, wykonana przez dr Wojciecha Wesołka

⁷ stan na 03.2018



Rys. 12.5 Zakres pracy narzędzi robota ARE 100

Kluczowych linii bazowych można zaobserwować kilka, występują konsekwentnie zarówno w elementach metalowych jak tych z tworzywa, połączone w zespoły o wspólnym kącie nachylenia, systematyzują bryłę i nadają charakter, tworzą relacje i odniesienia zarazem ustalając zwartą i zdecydowaną bryłę (rys. 12.6).



Rys. 12.6 Zasadnicze kierunki określające bryłę

12.5 PODSUMOWANIE

Wzornictwo w branży budowlanej to niewątpliwie bardzo interesujący obszar pracy dla projektanta. Znaczenie wzornictwa w maszynach zaczyna być dostrzegane przez odbiorców, inwestorów i producentów, i jest coraz częściej traktowane jako niezbędny element wpływający na konkurencyjność. Z punktu widzenia użytkownika będą to korzyści użytkowe, estetyczne czy psychologiczne, w przypadku producentów maszyn będą to korzyści związane z postrzeganiem produktu, marki, zwiększenia przewagi rynkowej, prestiżu a w rezultacie budowaniem pozycji. Dla projektanta korzyści płyną z pracy na styku kreatywności inżynieria-ekonomia, od etapu koncepcji po końcową fazę budowy prototypu projektant/grupa projektowa jest wspierany kompetencjami członków zespołu projektowego z innych dziedzin, będąc jednocześnie suportem dla zespołu. Dla projektantów wzornictwa ten model współpracy niesie oczywiste zalety i jest powszechny, jednakże w przypadku maszyn nie jest obowiązujący co można dostrzec przeglądając ofertę rynkową. Autor dostrzega potencjał krajowego rynku producentów maszyn którzy dysponują zapleczem, technologią i mają aspiracje rozwoju. Konsolidacja środowisk akademickich (inżynierowie

projektanci, projektanci wzornictwa) z wyżej wspomnianymi producentami maszyn otwiera, zdaniem autora, możliwości realizacji nowatorskich projektów. W projekcie ARE 100 (rys. 12.7, 12.8, 12.9, 12.10, 12.11), ustawicznym wyzwaniem okazała się być skala maszyny.



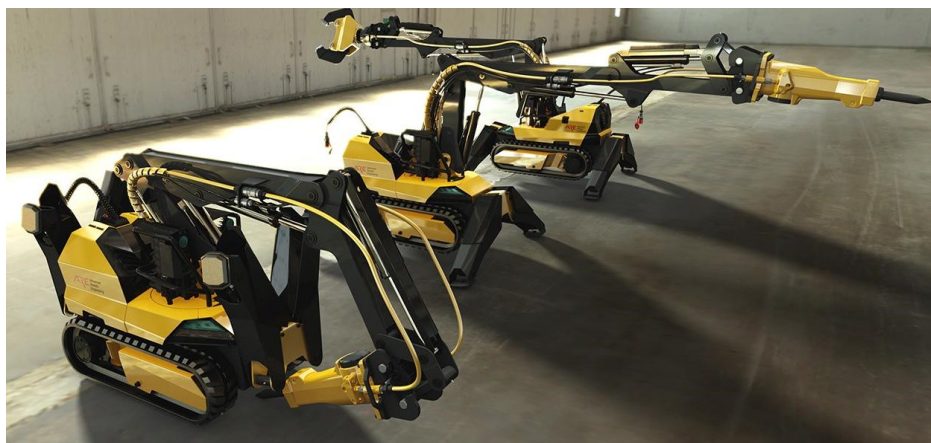
Rys. 12.7 ARE 100 szkice koncepcyjne



Rys. 12.8 ARE 100



Rys. 12.9 ARE 100



Rys. 12.10 ARE 100



Rys. 12.11 ARE 100

Robot jest wielkości biurka, natomiast praca w programach graficznych bez ciągłego odniesienia do człowieka zaburzała jego postrzeganie, stwarzała mylne wrażenie „okazałej koparki” co wymuszało pewne poprawki lub wręcz pominięcie niektórych szczegółów nieadekwatnych do skali. Niezwykle pomocne okazały się w tym wypadku konsultacje na podstawie oględzin użytkowanego przez firmę Advanced Robotic Engineering robota o podobnych gabarytach, a także komponentów przygotowanych do budowy prototypu ARE 100. Jest to kolejny pozytywny element współpracy interdyscyplinarnej, możliwość namacalnego, bezpośredniego kontaktu z twórcywem, warsztatem, technologią, empatyczne podejście do proponowanych rozwiązań. Pomimo dostępu do precyzyjnych modeli oraz intensywnej pracy w środowisku CAD, percepcja którą daje kontakt rzeczywisty, na żywo, jest zdaniem autora nie do zastąpienia.

LITERATURA

1. „Good design is a verb, not just a noun. It is a sequence of steps that defines problems, discovers solutions and makes them real”. www.designcouncil.org.uk
2. Liu gong-Chiński producent maszyn budowlanych <http://www.forum-budowlane.pl/aktualnosci/wzornictwo-przemyslowe-maszyn-budowlanych-w-firmie-liugong/>
3. <http://www.brokk.com/compare/>
4. http://www.brokk.com/img/informuapl/media/Pressrelease_Brokk_280_2016_04_10_ENGLISH.pdf
5. <http://www.husqvarna.com/pl/construction/products/demolition-robots-product-range/dxr-310/#specifications>
6. Blachy stalowe karoseryjne są określone w PN-71/H-92143. Są to blachy walcowane na zimno, grubości 0,5-2,5 mm, przeznaczone dla przemysłu motoryzacyjnego, <http://www.uniwersalny-transport.pl/?materialy-uzywane-nadwozi-samochodowych>
7. choć technologia wtryskowa znana jest od połowy ubiegłego wieku, William H. Willert skonstruował w 1951 roku pierwszą wtryskarkę ślimakową, a od lat 80 tych za sprawą komputeryzacji procesów jej udział w przemyśle ciągle rośnie to w przypadku maszyn budowlanych nie znalazł do tej pory szerokiego zastosowania. http://www.im.mif.pg.gda.pl/download/materialy_dydaktyczne/sem_7/03_Strankowski_WiPP/WiP_w2.pdf
8. Dzięki swoim właściwościom otwiera nowe możliwości w kształtowaniu powierzchni, uzyskiwaniu odporności mechanicznej czy barwienia w procesie formowania elementu. Pozwala to na wyeliminowanie etapu lakierowania powierzchni i sprawia że uszkodzenia mechaniczne takie jak rysy są mniej widoczne i nie wymagają konserwacji. <http://mech.pg.edu.pl/documents/174709/18148043/5-kompozyty.pdf>
9. Zastosowanie technologii druku 3d obecnie zdecydowanie wykracza poza makietowanie oraz prototypowanie, wyraźnym kierunkiem rozwoju staje się produkcja. <http://centrumdruku3d.pl/materialise-otworzy-w-przyszlym-roku-we-wroclawiu-najwieksza-fabryka-druku-3d-na-swiecie/>
10. Torkret, torkretowanie – technika dynamicznego nakładania zaprawy lub betonu, polegająca na wtryskiwaniu lub „wstrzeliwaniu” w miejsce wbudowania. Nazwą tą określa się też wynik działania, czyli beton natryskowy. Metodę stosuje się przeważnie przy pracach naprawczych i renowacyjnych. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Torkret>

11. <https://www.youtube.com/watch?v=mgRn0Gvacww>

Data przesłania artykułu do Redakcji: 09.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 11.2018

**WSPÓŁPRACA Z PRZEMYSŁEM NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ZDALNIE
STEROWANEGO ROBOTA BUDOWLANEGO PRZY WSPÓŁPRACY
Z FIRMĄ A.R.E.**

Streszczenie: Koncepcja zdalnie sterowanych maszyn znajduje coraz większe zastosowanie w przemyśle, budownictwie, transporcie czy ratownictwie. Autor podjął próbę znalezienia kompromisu między pragmatycznym charakterem robota budowlanego a atrakcyjną formą – wynikającą z potrzeb, ograniczeń i oczekiwań użytkowników.

Słowa kluczowe: robot, bezpieczeństwo, maszyny budowlane, design, ergonomia

**COOPERATION WITH THE INDUSTRY ON THE EXAMPLE
OF A REMOTE CONTROLLED DEMOLITION AND CONSTRUCTION
ROBOT PROJECT IN COOPERATION WITH THE ADVANCED
ROBOTIC ENGINEERING COMPANY**

Abstract: Remote controlled machinery are comprehensive and irreplaceably in industry, construction, transportation or rescue. The Author is trying to find compromise between construction machine character, attractive appearance involves of needs, restriction and users expectations.

Key word: robot, safety, construction machines, design, ergonomics

dr Piotr Stocki

Akademia Sztuk Pięknych im. Eugeniusza Gepperta we Wrocławiu

Pl. Polski 3/4, 50-156 Wrocław, Polska

e-mail: p.stocki@asp.wroc.pl; piotr.stocki.stoker@gmail.com

tel. +48 697 850 955