

VALTRA



PROJEKT KONCEPCYJNY CIĄGNIKA ROLNICZEGO

Filip Śledź



Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie

Wydział Form Przemysłowych
Wzornictwo przemysłowe

specjalność : projektowanie form przemysłowych

Filip Śledź

11593

Projekt koncepcyjny ciągnika rolniczego

Pracownia Projektowania Struktur Użytkowych

Promotor – dr Piotr Hojda

Kraków 2024/2025

SPIS TREŚCI

WSTĘP	4	WARSTWA TECHNICZNA	44
HISTORIA MARKI VALTRA	5	3.1 Dociążenie	48
EWOLUCJA W PROJEKTOWANIU	6	3.2 Koncepcja obsługi	52
NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W ROLNICTWIE	8	3.3 Systemy i rolnictwo precyzyjne w koncepcji	53
		3.4 Optymalizacja procesu skanowania terenu	56
		3.5 Przykład działania czujników i systemu GPS	59
ROLNICTWO PRECYZYJNE	10	PRACA SYNCHRONICZNA W FORMACJI ROBOCZEJ	60
CIĄGNIKI AUTONOMICZNE	11	BAZA POJAZDU	62
ETAP PROJEKTOWY	13	MODUŁY	63
1.1 Harmonogram	14	MODUŁ KABINY	64
1.2 Środowisko	16	OSŁONA ZŁĄCZA	65
1.3 Założenia projektowe	17	MODUŁ ROZSZERZENIA POJEMNOŚCI ZBIORNIKA	66
1.4 Brief koncepcyjny	19	UMIEJSCOWIENIE CZUJNIKÓW	67
1.5 Ciągniki środkowo kabinowe	20	POTENCJALNY ROZWÓJ	69
1.6 Podstawowe założenia techniczne	21	DOKUMENTACJA WIZUALNA PROCESU	73
MIRO	22	OPIS ROZWIĄZANIA	85
ROZWÓJ PROJEKTU	24	ABSTRAKT PL	142
2.1 Podwozie	28	ABSTRAKT EN	143
2.2 Projektowanie maski	29	SPIS ILUSTRACJI	144
2.3 Projektowanie kabiny	36	BIBLIOGRAFIA	145
2.4 Pozostałe elementy	42		

WSTĘP

Ciągniki rolnicze odgrywają kluczową rolę w gospodarce rolnej, zapewniając mechanizację większości prac polowych. Są to maszyny o fundamentalnym znaczeniu dla rolnictwa, wykorzystywane zarówno do uprawy, jak i transportu oraz wspomagania innych sektorów gospodarki. Choć zazwyczaj kojarzone są z funkcjonalnością i technologią, wzornictwo tych pojazdów pozostaje często niedocenianym aspektem

Analizując istniejące projekty i trendy w branży, można zauważyć, że producenci coraz częściej wprowadzają rozwiązania stylistyczne, nadając ciągnikom charakterystyczny wygląd. Wzornictwo, choć podporządkowane wymaganiom inżynieryjnym, może stanowić istotny element wpływający na odbiór maszyn przez użytkowników.

Decyzja o wyborze tematu pracy była wynikiem zainteresowania zarówno wzornictwem przemysłowym, jak i technologiami wykorzystywanymi w nowoczesnych ciągnikach. Celem było zaprojektowanie maszyny, która łączy estetykę z funkcjonalnością, przy jednoczesnym uwzględnieniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych.

CEL PROJEKTU

Celem pracy jest opracowanie koncepcyjnego projektu ciągnika rolniczego, który uwzględnia aspekty wzornictwa przemysłowego oraz nowoczesne rozwiązania technologiczne. Kluczowym elementem projektu jest integracja stylistyki z realnymi wymaganiami technicznymi, co pozwala na stworzenie spójnej koncepcji maszyny możliwej do wdrożenia w przyszłości.

Projekt nie ogranicza się wyłącznie do opracowania atrakcyjnej wizualnie formy. Istotnym założeniem jest także analiza ergonomii, funkcjonalności oraz technologii stosowanych w nowoczesnym rolnictwie. W szczególności uwzględniono rozwój systemów autonomicznych oraz rolnictwa precyzyjnego, które odgrywają coraz większą rolę w optymalizacji pracy na polu.

HISTORIA VALTRA

Valtra to fińska marka ciągników rolniczych, będąca częścią międzynarodowego koncernu AGCO Corporation, jednego z największych producentów maszyn rolniczych na świecie. Historia marki sięga ponad wieku, a jej korzenie można odnaleźć w dziejach skandynawskiego przemysłu maszynowego.

Pierwszym prekursorem Valtry był model Munktell 20-24, zaprezentowany ponad 100 lat temu. Była to innowacyjna jak na tamte czasy konstrukcja, wyposażona w silnik parowy o mocy 20-24 koni mechanicznych. Traktory te odegrały istotną rolę w rozwoju mechanizacji rolnictwa, szczególnie w trudnych warunkach klimatycznych i terenowych krajów nordyckich.

Nazwa Valtra powstała w wyniku połączenia dwóch silnych marek – Valmet i Volvo. Valmet, fińska firma o bogatej historii, była znana ze swojej działalności w branży przemysłowej i zbrojeniowej, podczas gdy Volvo, szwedzka marka, słynęła z niezawodności i innowacyjności w dziedzinie pojazdów. Wspólna fuzja tych dwóch przedsiębiorstw pozwoliła stworzyć silną markę, która w pełni koncentruje się na projektowaniu i produkcji ciągników dostosowanych do potrzeb użytkowników w różnych częściach świata.

Obecnie Valtra wyróżnia się na rynku swoją elastycznością produkcyjną oraz możliwością szerokiej personalizacji maszyn. Producent kładzie nacisk na dostosowanie ciągników do specyficznych wymagań rolników, oferując rozwiązania technologiczne takie jak zintegrowane systemy wspomagania pracy, precyzyjne rolnictwo czy zaawansowane systemy monitorowania. Dzięki temu Valtra jest liderem w dostarczaniu nowoczesnych i niezawodnych rozwiązań, które sprawdzają się w różnych warunkach klimatycznych i terenowych.



Munktell 20-24

ilustracja 1



Valmet 1502 - eksperymentalny ciągił 3 osiowy, 1970

ilustracja 2



Valmet 8150, produkowany w latach 1995 - 2001

ilustracja 3

EWOLUCJA W PROJEKTOWANIU

Maszyny rolnicze w kontekście projektowania wzorniczego, podobnie jak inne pojazdy czy obiekty, przeszły na przestrzeni lat ogromne zmiany. Choć w ich projektowaniu nie było tyle eksperymentowania przez pryzmat designu, jak ma to miejsce w przypadku samochodów, każda zmiana w kierunku designu danego producenta jest bardzo wyraźna. Aktualnie można zaobserwować wyraźny trend wśród producentów maszyn rolniczych, którzy starają się wyróżnić na tle konkurencji, nadając swojej marce własny styl.

Podczas gdy w przeszłości karoseria ciągnika pełniła głównie funkcję osłony silnika i podzespołów, współczesne projekty coraz częściej uwzględniają elementy stylistyczne i eksperymentalne kształty. W przypadku ciągnika karoserii jest stosunkowo mało – maska jest najbardziej charakterystycznym punktem, który stanowi centrum, w którym marka chce nadać projektowi pojazdu swój własny charakter.

Przykładowo, model Claas Xerion z roku 2022 a z 2024 to udana ewolucja maszyny pod kątem wzornictwa, a jego zmiana jest wyraźnie widoczna. Oczywiście marki stopniowo zmieniają wzornictwo i odświeżają je, przy czym zmiany te prawdopodobnie utrzymają się na dłużej w danej serii ciągników, aż do kolejnej ewolucji. Warto jednak zauważyć ogólny progres w segmencie wzornictwa: Case Quadtrac z 2020 roku w niczym nie przypomina wersji z 2024. Maska została całkowicie przeprojektowana: od obudowy okalającej silnik po karoserię pełną przetłoczeń, dynamicznych linii i elementów ozdobnych. Valtra również wprowadziła na rynek niedawno model Valtra S – ciągnik o dużej mocy, który być może wskazuje kierunek, w którym firma chce podążać pod kątem wzornictwa. Ten ciągnik całkowicie odbiega stylistyką od innych pojazdów tej marki, a jednocześnie stanowi przykład, jak eleganckie i estetyczne mogą być maszyny rolnicze.



Class Xerion 2022

ilustracja 4



Case Quadtrac 2017

ilustracja 6



Massey Ferguson 8737

ilustracja 8



Class Xerion 2024

ilustracja 5



Case Quadtrac 2020

ilustracja 7



Massey Ferguson 2024

ilustracja 9

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W ROLNICTWIE

Branża rolnicza przeszła ogromny rozwój na przestrzeni ostatnich lat. Porównując pierwsze prototypy ciągników lub najwcześniejsze maszyny rolnicze, przeskok technologiczny i wzorniczy jest ogromny, choć ich podstawowa funkcja pozostała niezmienna. Jak dawniej ciągnik był główną jednostką napędzającą maszyny rolnicze, tak jego rola w tym aspekcie nadal pozostaje kluczowa. Ewolucję możemy natomiast zauważyć w rozmiarze maszyn, ich technologii oraz wzornictwie.

Rozwój technologiczny sprawił, że maszyny rolnicze stały się bardziej wydajne, większe i bardziej uniwersalne. Choć różnice między ciągnikami z lat 50., 60. czy 70. są widoczne dzięki ogólnemu postępowi technologicznemu, to największe zmiany zachodzą obecnie w subtelniejszych, ale niezwykle istotnych aspektach. Nie wynikają one wyłącznie z samego udoskonalenia funkcji ciągnika czy jego parametrów technicznych, ale także z wdrażania nowych technologii, które stopniowo rewolucjonizują branżę rolniczą.

Jednym z najważniejszych osiągnięć ostatnich lat jest rozwój technologii autonomicznych. O ile w samochodach funkcja autonomii bywa postrzegana jako luksus lub opcjonalne udogodnienie, w ciągnikach staje się realnym narzędziem pracy. Maszyny autonomiczne eliminują potrzebę stałej obecności operatora, co pozwala na wykonywanie prac w sposób bardziej efektywny. Przykładowo, ciągnik autonomiczny może wykonywać zadania takie jak kultywacja podczas gdy człowiek równolegle zasiewa pole, co normalnie wymagałoby dwóch operatorów do takiej pracy.

Technologia autonomiczna nie eliminuje rolnika z procesu, ale znacząco odciąża go z niektórych zadań. Co więcej, ciągniki autonomiczne pracują głównie na polach, w ściśle wytyczonych obszarach, dzięki czemu ryzyko związane z ich użytkowaniem jest znacznie mniejsze niż w przypadku autonomicznych samochodów, które muszą analizować dynamiczne środowisko drogowe. Wciąż jednak pozostają wyzwania, takie jak transport maszyn na pole czy prace wymagające wyjątkowej precyzji, w których obecność operatora jest niezbędna. Dlatego w pełni autonomiczne ciągniki, choć funkcjonalne, mogą w pewnych przypadkach stracić na uniwersalności.

Warto również wspomnieć o eksperymentalnych projektach ciągników zasilanych energią elektryczną lub metanem. New Holland zaprezentował taki koncept, który z punktu widzenia wzornictwa jest naprawdę unikalny. Wyróżnia się on nieco odmienną sylwetką i bardziej organicznymi liniami, co sprawia, że jest interesującym przykładem nowoczesnego podejścia do projektowania maszyn rolniczych.



Konceptyjny ciągnik na metan marki New Holland

ilustracja 10

Drugą technologią, która już teraz znajduje zastosowanie w rolnictwie, jest rolnictwo precyzyjne, znane również jako rolnictwo wspomagane komputerowo. Polega ono na dostarczaniu szczegółowych danych o właściwościach gleby i upraw, które są wykorzystywane do precyzyjnego nawożenia, oprysków czy innych zabiegów. Technologia ta pozwala na znaczne ograniczenie kosztów oraz zwiększenie efektywności plonów.

Rolnictwo precyzyjne jest na tyle obiecujące, że postanowiłem uwzględnić je w projekcie. Założyłem dalszy rozwój tej technologii i zintegrowałem koncepcję ciągnika z jej funkcjonalnościami, aby zaprezentować, w jaki sposób może ona wpłynąć na przyszłość rolnictwa. Dzięki takim rozwiązaniom ciągniki nie tylko stają się bardziej zaawansowane, ale również bardziej przyjazne dla środowiska i efektywniejsze w użytkowaniu.



Ciągnik autonomiczny AgBot 5.115 T2 o mocy 156 KM

ilustracja 11



Nawożenie z użyciem technologii rolnictwa precyzyjnego

ilustracja 12

ROLNICTWO PRECYZYJNE

Rolnictwo precyzyjne to wyjątkowo obiecująca technologia, która może znacząco wpłynąć na obfitość plonów, finanse gospodarstw rolnych oraz ograniczenie skażenia środowiska. Koncepcja ta skupia się na analizie wartości składników odżywczych gleby oraz rozwoju roślin, aby precyzyjnie dostosować nawożenie lub opryski. Segmenty pól często różnią się pod względem właściwości gleby, co powoduje, że rośliny plonują w nich nierównomiernie. Dzięki technologii opartej na komputerowej analizie danych możliwe jest dostosowanie dawek nawozu tak, aby wyrównać różnice w właściwościach gleby i poprawić plonowanie w obszarach o słabszej wydajności.

Ciekawą implementację rolnictwa precyzyjnego przedstawiła firma John Deere, prezentując opryskiwacz R700i wyposażony w czujniki na lancach, które identyfikują chwasty wśród upraw. Wykrycie chwastu powoduje, że oprysk jest aplikowany wyłącznie na ten konkretny obszar, omijając segmenty pola, gdzie chwasty nie występują, lub dostosowując ilość użytego pestycydu. Takie podejście nie tylko zwiększa efektywność oprysku, ale także ogranicza zużycie środków chemicznych i minimalizuje skażenie gleby.

Podstawą tej technologii jest precyzyjna analiza gleby, wykonywana za pomocą specjalistycznych czujników w różnych segmentach pola. Analiza wartości odżywczych gleby umożliwia dokładne nawożenie lub dokładniejsze wyrównywanie jej pH, co przekłada się na lepsze plonowanie uprawy.

Rolnictwo precyzyjne ma również potencjał rozwoju o nowe funkcje. To dziedzina, która łączy tradycyjne prace rolnicze z nowoczesnymi rozwiązaniami technologicznymi, takimi jak pojazdy autonomiczne czy drony. Dlatego uwzględnienie tej technologii w projekcie koncepcyjnym ciągnika jest zarówno interesujące, jak i przyszłościowe. Dodaje to projektowi dodatkowego wymiaru, skupiając się na perspektywach rozwoju tej technologii, wpływu rolnictwa na środowisko oraz usprawnianiu pracy rolnika.



Ilustracja obrazuje segmenty wymagające różnego stopnia nawożenia

ilustracja 13

CIAĞNIKI AUTONOMICZNE

Ciągnik autonomiczny znacząco różni się od tradycyjnej formy tej maszyny. Eliminacja kabiny sprawia, że pojazd staje się w dużej mierze samą karoserią. Pod względem wzornictwa daje to więcej przestrzeni na opracowanie schludnej i bardziej minimalistycznej formy. Niemniej jednak, maszyna nadal pozostaje ciągnikiem, co oznacza, że większość ograniczeń wynikających z aspektów inżynierskich pozostaje niezmieniona. Dodatkowo dochodzą elementy związane z autonomiką, takie jak sensory czy systemy sterowania.

Marki eksperymentują z projektami takich maszyn, zachowując jednocześnie ducha swojej marki. Istnieją również prototypy, które – podobnie jak kiedyś – pod względem wzornictwa są bardziej prostą obudową inżynierii niż popisem designu. Jednym z najbardziej interesujących i estetycznych ciągników autonomicznych jest koncepcyjna wersja zaprojektowana przez Case IH. Maszyna ta wyróżnia się nie tylko zastosowaną technologią, ale również dopracowanym wzornictwem. Projekt doskonale odzwierciedla charakterystyczny styl Case IH, a jego sylwetka jest niezwykle przemyślana. Pojazd wygląda futurystycznie, ale jednocześnie jest w pełni funkcjonalnym konceptem, który wielokrotnie prezentowano w trakcie wykonywania rzeczywistych prac polowych – często w towarzystwie ciągników obsługiwanych przez człowieka.

CASE IH AUTONOMOUS CONCEPT VEHICLE (ACV)

CASE IH AUTONOMOUS CONCEPT VEHICLE (ACV) to jeden z najbardziej znanych autonomicznych ciągników koncepcyjnych, zaprezentowany przez CASE IH w 2016 roku. Maszyna wyróżnia się całkowitym brakiem kabiny, co oznacza, że jest w pełni autonomiczna i sterowana zdalnie za pomocą aplikacji lub komputera. Wykorzystuje zaawansowane systemy nawigacyjne, w tym GPS RTK oraz kamery, które analizują otoczenie w czasie rzeczywistym i dostosowują trasę przejazdu

Pojazd może pracować w trybie autonomicznym, wykonując zadania zgodnie z zaplanowanymi ścieżkami roboczymi, a także współpracować z innymi maszynami, takimi jak kombajny, optymalizując logistykę zbiorów. System sterowania jest zaprojektowany tak, aby automatycznie dostosowywać parametry pracy na podstawie analizy warunków glebowych, pogodowych oraz innych czynników wpływających na efektywność.

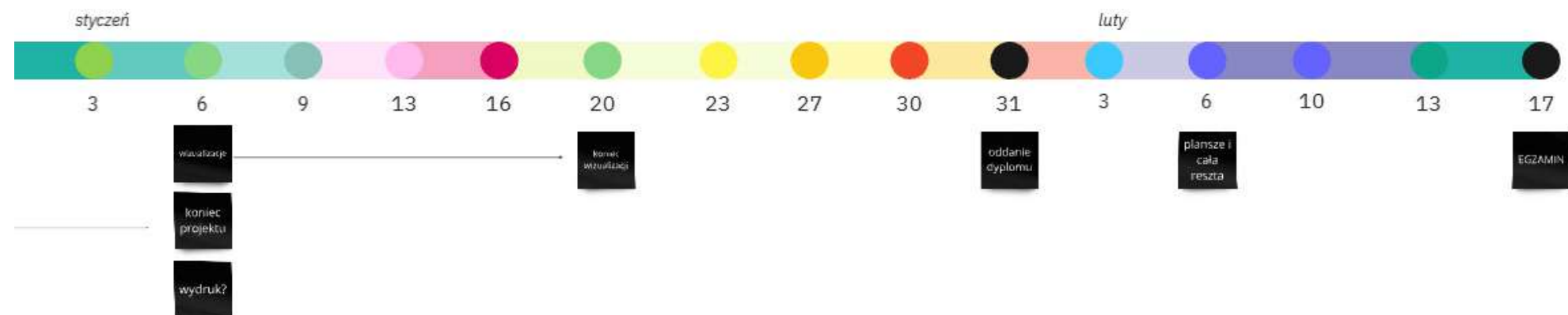
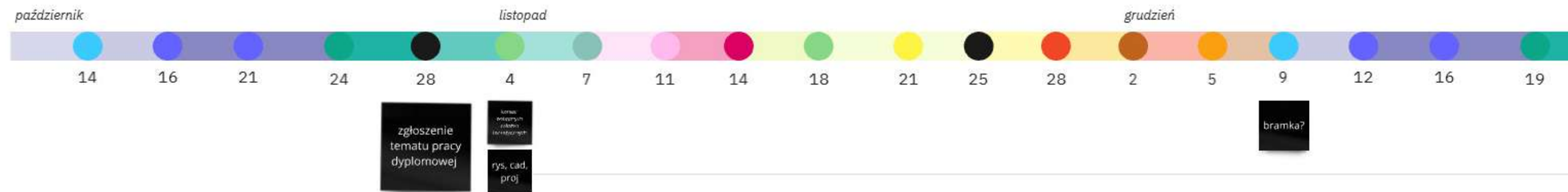
Mimo innowacyjności i zaawansowanej technologii, pojazd pozostaje na etapie koncepcji i nie został wprowadzony do masowej produkcji. Jednak rozwiązania zastosowane w ACV są stopniowo wdrażane do klasycznych modeli ciągników CASE IH, co wskazuje na kierunek rozwoju technologii autonomicznych w rolnictwie.



Case ACV

ilustracja 14

ETAP PROJEKTOWY



HARMONOGRAM

Ustalenie procesu projektowego oraz kluczowych etapów w harmonogramie było niezwykle istotne, aby zapewnić sprawny przebieg prac i zachować spójność pomiędzy poszczególnymi elementami projektu. Jasno określone kamienie milowe pozwoliły na stopniowe domykanie kolejnych etapów i płynne przechodzenie do następnych.

Proces projektowy udało się w dużej mierze zrealizować zgodnie z przyjętym harmonogramem, mimo drobnych nieprzewidzianych komplikacji pod koniec prac, finalizacja projektu została przeprowadzona zgodnie z założeniami.

ŚRODOWISKO

Zaawansowanie rolnictwa na różnych częściach globu jest zróżnicowane, a na jego rozwój wpływa wiele czynników, takich jak stopień zależności gospodarki od rolnictwa, klimat, warunki terenowe oraz ogólny poziom PKB państw. W krajach o niższym poziomie rozwoju lub rozwijających się rolnictwo często stanowi fundament gospodarki, jednak nie oznacza to, że jest ono najbardziej zaawansowane technologicznie. Wręcz przeciwnie, w wielu takich regionach poziom mechanizacji pozostaje na dość niskim poziomie.

Klimat danego regionu definiuje także rodzaj upraw, które mogą być efektywnie hodowane w danym kraju. Z tego powodu różne maszyny rolnicze są stosowane w różnych częściach świata – w Azji, Brazylii, Ameryce czy Europie. Różnicowanie to dotyczy zarówno typów maszyn, jak i ich wielkości, a także sposobu ich wykorzystywania.

Analizując zdjęcia satelitarne, możemy zauważyć, jak różnorodnie układają się pola uprawne w poszczególnych państwach. Przykładowo, w Polsce dominują wąskie i małe pola, podczas gdy we Francji pola są większe, choć często ograniczane naturalnymi pasami zieleni. W Stanach Zjednoczonych z kolei występują ogromne, regularne pola, które przecinają liczne ciekі wodne. Takie zróżnicowanie wpływa na rodzaj ciągników wykorzystywanych przez rolników w różnych częściach świata. Na przykład, w Polsce trudno spotkać ciągnik New Holland T9, ponieważ byłby on nieefektywny w kontekście rozmiarów pól i specyfiki upraw. W Stanach Zjednoczonych, ze względu na ogromne rozmiary gospodarstw, takie maszyny mogą być wykorzystywane efektywnie. Choć to skrajny przykład, doskonale obrazuje, jak różnorodność terenu i upraw wpływa na dobór odpowiednich ciągników.

Podstawowe rozróżnienie maszyn rolniczych obejmuje kilka kategorii: ciągniki małe (używane do lekkich prac polowych i transportu), średnie (uniwersalne), ciężkie (stosowane do większości prac polowych z większym osprzętem) oraz specjalistyczne (ciągniki przegubowe lub o dużej mocy, przeznaczone do pracy z bardzo dużym osprzętem). Różnice między nimi polegają na projekcie układu jezdnego, wymiarach maszyny, zastosowanym silniku. W kontekście mojej pracy projektowej, skupiłem się na środowisku Europy Zachodniej, gdzie dominują ciągniki średniej i dużej mocy. W tym regionie szczególną uwagę przykładam się do ochrony środowiska oraz efektywności rolnictwa, co czyni to środowisko idealnym punktem wyjścia dla mojego projektu.



Zdjęcia satelitarne, obrazują różny kształt pól w różnych regionach świata.

ilustracja 15

ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

W ramach założeń projektowych celem nie było stworzenie rewolucyjnego rozwiązania, lecz zaproponowanie ewolucji istniejących technologii i trendów w sektorze rolnictwa precyzyjnego. Istotnym założeniem było opracowanie koncepcji, która sprawiałaby wrażenie możliwej do wdrożenia w niedalekiej przyszłości, a nie jedynie futurystycznej wizji oderwanej od realiów branży.

Opieranie projektu na rzeczywistych parametrach technicznych, takich jak makieta silnika, rozstaw osi czy inne kluczowe elementy konstrukcyjne, pozwoliło nadać mu technologiczną spójność i osadzić go w rzeczywistych ramach inżynieryjnych. Szczególny nacisk położono na kompleksowe podejście do procesu projektowego – od wzornictwa i ergonomii po sposób interakcji użytkownika z maszyną oraz jej funkcjonalność.

Ze względu na skalę i stopień złożoności zagadnienia, niektóre elementy zostały uproszczone lub bazują na rozwiązaniach stosowanych w innych maszynach. Choć pełna optymalizacja wszystkich aspektów nie była możliwa, projekt ukazuje spójną wizję technologiczną, opartą na sprawdzonych rozwiązaniach.

Projektowanie ciężkiego sprzętu rolniczego jest stosunkowo niszową dziedziną, w której brakuje fanowskich koncepcji, źródeł inspiracji czy szeroko dostępnych projektów koncepcyjnych. Kilka lat temu firma Valtra organizowała konkurs na koncepcję przyszłościowych ciągników, jednak inicjatywa ta nie jest już kontynuowana. Mimo że prezentowane wówczas koncepcje wyróżniały się świeżością, często były zbyt futurystyczne i oderwane od aktualnych trendów w projektowaniu maszyn rolniczych.

W trakcie pracy nad koncepcją dużym wyzwaniem był również brak gotowych modeli komponentów konstrukcyjnych, takich jak uproszczone modele silników czy podwozi. W związku z tym elementy te zostały wymodelowane od podstaw na podstawie dostępnych rysunków technicznych. Choć wymagało to dodatkowego nakładu pracy, pozwoliło na szczegółowe przeanalizowanie faktycznej budowy ciągnika, jego konstrukcji oraz rozmieszczenia kluczowych podzespołów. Wszystkie elementy inżynieryjne w projekcie pełnią rolę makie ty – są uproszczonym odwzorowaniem rzeczywistych komponentów, bazującym na ich autentycznych wymiarach i rozmieszczeniu w rzeczywistych ciągnikach.



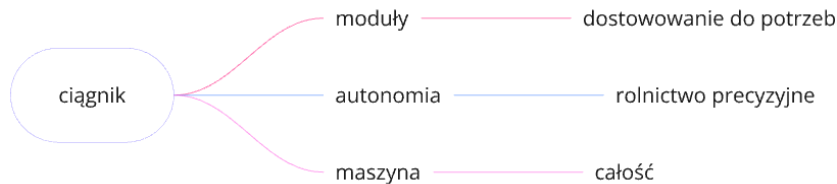
Prace konkursowe Valtra Design Challenge.

ilustracja 16

Założenia projektowe wyłoniły się dość szybko. Dzięki wcześniejszemu zainteresowaniu maszynami rolniczymi oraz znajomości trendów i nowoczesnych technologii w tej branży, łatwiej było mi wyciągać logiczne wnioski dotyczące integracji poszczególnych rozwiązań oraz ich rzeczywistej funkcjonalności.

Kluczowe założenia projektu zostały określone już po kilku spotkaniach z promotorem. Od samego początku koncepcja była spójna i niezmienna – stworzenie modułowego, adaptacyjnego ciągnika, zintegrowanego z rolnictwem precyzyjnym. Wraz z rozwojem projektu jego poszczególne elementy stopniowo ewoluowały, nabierając coraz bardziej sprecyzowanego i dopracowanego kształtu, aż stały się integralną częścią maszyny. Ze względu na skalę projektu przyjęcie takiej strategii projektowej okazało się najbardziej efektywne. Nie koncentrowałem się na tworzeniu kilku odmiennych koncepcji, lecz konsekwentnie rozwijałem jeden główny pomysł, stopniowo go doprecyzowując.

Największym wyzwaniem nie było samo określenie założeń, lecz znalezienie sposobu na ich rzeczywiste przełożenie na projekt – jak to zaprojektować, jak przedstawić i jak nadać mu realną, spójną formę.



BRIEF KONCEPCYJNY - KLUCZOWE ZAŁOŻENIA PROJEKTU

1.Przeznaczenie i funkcjonalność

- ciągnik ma być przystosowany do nowoczesnego rolnictwa precyzyjnego, z możliwością używania zaawansowanych technologii takich jak czujniki, moduły monitorujące oraz systemy autonomiczne.
- Ma obsługiwać różnorodne zadania polowe, od orki i siewu po transport i kultywację/tależowanie , z możliwością elastycznego dostosowania modułów do różnych operacji tz: rozszerzeń

2. Autonomiczność i sterowanie

- Moduł autonomiczny umożliwiający samodzielne poruszanie się ciągnika po polu. Jednak ze względu na bezpieczeństwo, jego funkcje autonomiczne będą ograniczone tylko do użytku na terenach rolniczych, a nie na drogach publicznych.
- Możliwość kontrolowania ciągnika z kabiny
- Systemy wspomagania (np. czujniki w lusterkach lub zewnętrznych modułach), które monitorują otoczenie i wspierają precyzyjne manewrowanie oraz pracę zestawów siewnych i nawożących

3.Konstrukcja i modułowość

- Modułowa budowa pozwalająca na łatwą wymianę poszczególnych elementów, takich jak kabina, osprzęt, czy moduły technologiczne.
- Konstrukcja ma być trwała, odporna na trudne warunki atmosferyczne oraz łatwa do serwisowania. tz. uwzględnić kąt otwierania maski, sama możliwość zdjęcia kabiny ułatwia serwisowanie
- Moduły technologiczne, takie jak systemy monitorujące i precyzyjne czujniki, mogą być umieszczone w specjalnych obudowach montowanych w lusterkach lub na zewnętrznej części kabiny.

4. Ergonomia i komfort użytkowania

1. Kabina zaprojektowana z myślą o ergonomii tz. uwzględnienie ogólnych podstawowych wymiarów jak: szerokość, wysokość, wielkość przedniej szyby, martwe punkty etc.

5. Estetyka i identyfikacja wizualna

1. Estetyka ciągnika powinna być nowoczesna, ale jednocześnie dostosowana do wymogów i funkcjonalności maszyny rolniczej.
2. Stonowana stylistyka, unikająca zbyt sportowych lub agresywnych elementów, aby ciągnik wyglądał solidnie i profesjonalnie.

6. Bezpieczeństwo

1. Uwzględnienie wszystkich potrzebnych zestawów oświetleńi tz. świateł, świateł wspomagających

Systemy GPS i GNSS (Globalne Systemy Nawigacji Satelitarnej)

1. **Montaż:** Na dachu kabiny lub w centralnej części ciągnika.
2. **Zastosowanie:** Umożliwiają precyzyjne nawigowanie po polu, śledzenie pracy i monitorowanie obszarów pokrytych zabiegami (np. nawożenie, opryski).
3. **Przykład:** Moduł nawigacyjny z GPS i RTK (korekcja sygnału dla precyzji do kilku centymetrów).

Spektrometry do Analizy Składu Gleby

1. **Montaż:** Na ramieniu lub specjalnym uchwycie ciągnika, który umożliwia kontakt z glebą.
2. **Zastosowanie:** Analizowanie składu gleby w czasie rzeczywistym, mierzenie poziomów azotu, fosforu, potasu i innych mikroelementów.
3. **Przykład:** Moduł spektrometryczny z sensorami podczerwieni do analizy chemicznej gleby.

Czujniki Biomasy i Azotu

1. **Montaż:** Na przednich częściach maszyny lub blisko zbiornika nawozu.
2. **Zastosowanie:** Analiza zapotrzebowania roślin na azot, optymalizacja dawek nawożenia na podstawie bieżących danych.
3. **Przykład:** Moduł do skanowania biomasy i analizowania składu chemicznego roślin.

Czujniki LiDAR i Kamery Przestrzenne

1. **Montaż:** Na dachu kabiny, na lusterkach, lub w rogach maszyny.
2. **Zastosowanie:** Tworzenie szczegółowych map terenu, wykrywanie przeszkód, skanowanie gleby i monitorowanie roślinności.
3. **Przykład:** Moduł LiDAR do precyzyjnego pomiaru wysokości roślin, oceny ukształtowania terenu.

Mimo nowoczesnych akcentów projektowych, ciągnik ma pozostać zgodny z funkcjonalnością typowej maszyny rolniczej – musi wyglądać na solidny, łatwy do obsługi i przystosowany do pracy w trudnych warunkach. Projekt nie powinien przekraczać granic estetyki typowej dla maszyn rolniczych, aby nie odbiegać od oczekiwań rynku i użytkowników.

CIĄGNIKI ŚRODKOWO KABINOWE

Początkowo trudno było mi wyobrazić sobie klasyczną sylwetkę ciągnika, która w jakiś sposób mogłaby być koncepcyjnie modułowa. Po prostu nie widziałem miejsca na taki pomysł, a ograniczenia wynikające z samej konstrukcji podwozia, jak i fakt, że kabina jest przesunięta na tył i znajduje się dość wysoko, jeszcze bardziej komplikowały sprawę. Wiedziałem jednak, że istnieją ciągniki, które mająabinę przesuniętą bardziej na środek. Taki układ jest obecnie najczęściej stosowany w projektach maszyn przegubowych lub o ogromnej mocy, jak: Claas Xerion, Case Quadtrac, New Holland T9 czy w pojazdach marki Versatile. Są to jednak maszyny odbiegające zastosowaniem od klasycznego ciągnika: ogromne, używane głównie do pracy z ciężkim osprzętem i przegubowe, sprawdzające się na dużych polach i większych gospodarstwach. Są dość rzadkie w Europie, ponieważ są zbyt duże jak na tutejsze warunki. Konstrukcja zabiną umiejscowioną bardziej na środku jest rzadko spotykana w ciągnikach o mniejszej mocy, jednak najbardziej popularne ciągniki o takim układzie kabiny posiada marka JCB, w szczególności modele z serii Fastrac. Są to wyjątkowe pojazdy, bo jedne z najszybszych, świetnie sprawdzają się w transporcie, ale z powodzeniem mogą być używane przy klasycznych pracach polowych, przy czym nie są one przegubowe.

Stworzenie koncepcji opartej na sylwetce JCB Fastrac wydawało się interesującym rozwiązaniem projektowym. Usunięcie kabiny z tego typu ciągnika pozwoliłoby na uzyskanie stosunkowo dużej, otwartej przestrzeni, która mogłaby zostać zagospodarowana w bardziej elastyczny sposób. Dodatkowo, niższe umiejscowienie kabiny w porównaniu do klasycznych konstrukcji minimalizuje ryzyko kolizji z tylnymi błotnikami. Taki układ stał się kluczowym punktem definiującym ogólną sylwetkę pojazdu w prezentowanej koncepcji.

Pod względem wzorniczym tego typu konstrukcja stanowi pewne wyzwanie. Przesunięcie kabiny ku środkowi pojazdu wpływa na jego proporcje, sprawiając, że maszyna może wydawać się bardziej masywna i toporna w porównaniu do klasycznych ciągników, gdzie umiejscowienie kabiny z tyłu pozwala na uzyskanie dynamiczniejszej formy. Kluczowym aspektem projektu było więc zachowanie odpowiednich proporcji w taki sposób, aby pojazd nie sprawiał wrażenia ciężkiego i przytłaczającego, przy jednoczesnym zachowaniu specyfiki swojej konstrukcji.

Konstrukcja tego typu ma swoje zalety i wady. Jest rzadka, a ciągnik o takim wyglądzie odbiega od klasycznego wyobrażenia traktora. Inaczej wygląda ergonomia i widoczność: świetnie sprawdza się w transporcie, ponieważ operator ma stosunkowo równe pole widzenia w wszystkie strony, ale widoczność na tył jest nieco gorsza, co przekłada się na trudności w pracy z osprzętem w polu. Teoretycznie rozłożenie masy jest również bardziej równomierne, co przekłada się na ogólną stabilność pojazdu, ale pod względem technologicznym takie podwozie jest bardziej skomplikowane. Miałem zamiar zaprojektować ciągnik technologicznie zaawansowany, dość specjalistyczny, więc uznałem, że w tym kontekście potencjał takiej konstrukcji jest większy niż jej wady, a niektóre z nich można by prawdopodobnie skorygować przy pomocy technologii, np. poprzez dodatkowe kamery.



JCB Fastrack

ilustracja 17

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA TECHNICZNE

Zdecydowałem się na stworzenie konceptu pod szyldem marki Valtra, uzyskując jednocześnie oficjalną zgodę na wykorzystanie ich nazwy i logo w projekcie. Wybór tej marki był podyktowany kilkoma istotnymi czynnikami. Przede wszystkim, Valtra to europejski producent, którego ciągniki wielokrotnie były nagradzane w dziedzinie wzornictwa przemysłowego. Przykładowo, w 2023 roku seria Valtra Q zdobyła prestiżową nagrodę Red Dot Design Award, a w 2021 roku ten sam tytuł otrzymał model G135 z serii Valtra G.

Valtra przywiązuje dużą wagę do wzornictwa swoich produktów, które są cenione i uznawane na międzynarodową skalę. Osobiście uważam, że ich ciągniki wyróżniają się elegancją i charakterystycznym stylem. Moja osobista sympatia do tej marki również wpłynęła na decyzję o projektowaniu konceptu inspirowanego ich designem.

Po określeniu wstępnych założeń dotyczących typu projektowanego ciągnika, zakładanych technologii oraz głównej idei koncepcyjnej, a także uwzględniając specyfikę europejskiego rynku, zdecydowano się uplasować projekt w segmencie ciężkich ciągników rolniczych o mocy do 300 KM. Jest to kategoria obejmująca maszyny o dużych gabarytach, które nadal sprawdzają się w średnich i większych gospodarstwach rolnych. Moc na poziomie do 300 KM zapewnia optymalny kompromis między rozmiarem a wydajnością, umożliwiając pracę zarówno z osprzętem o szerokości roboczej 3 metrów, jak i większymi jednostkami.

Valtra oferuje szeroki zakres ciągników dostosowanych do różnych zastosowań i poziomów wydajności. Odpowiednikiem projektowanego modelu w ofercie tej marki jest Valtra Q, wyposażona w silnik AGCO POWER o pojemności 7,4 litra i mocy od 230 do 305 KM, co czyni ją wszechstronną jednostką do różnorodnych prac polowych. Ciągnik ten posiada rozstaw osi wynoszący 3,5 metra oraz całkowitą wysokość 3,32 metra, co stanowi punkt odniesienia dla wymiarów opracowanej koncepcji.

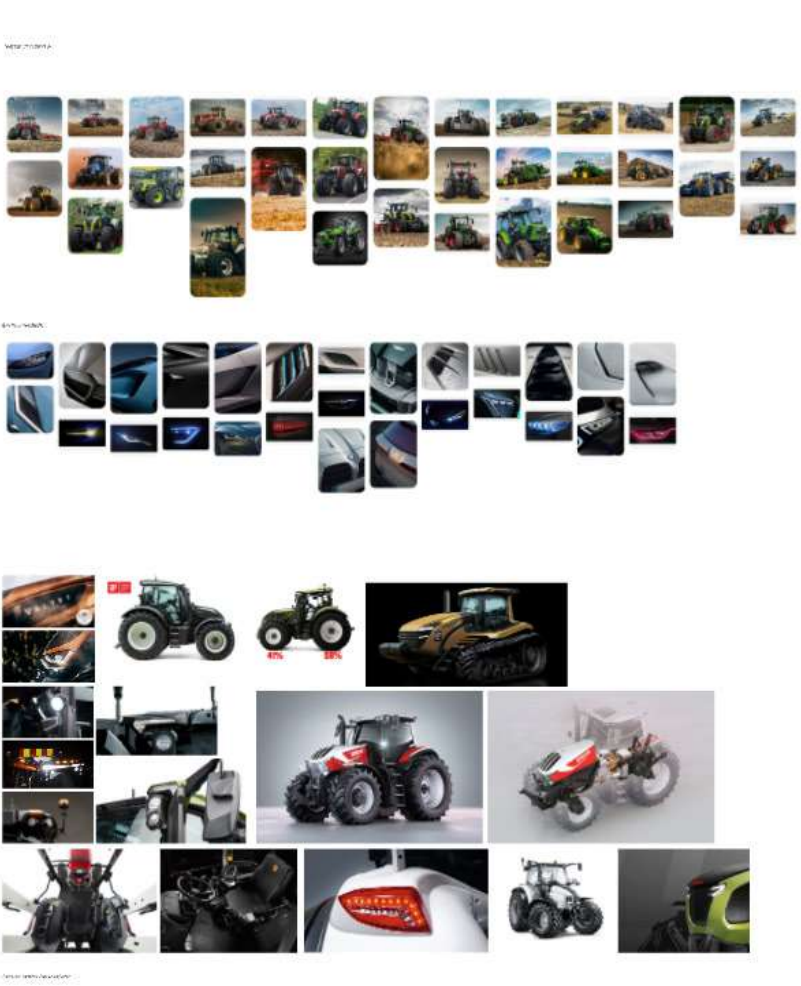
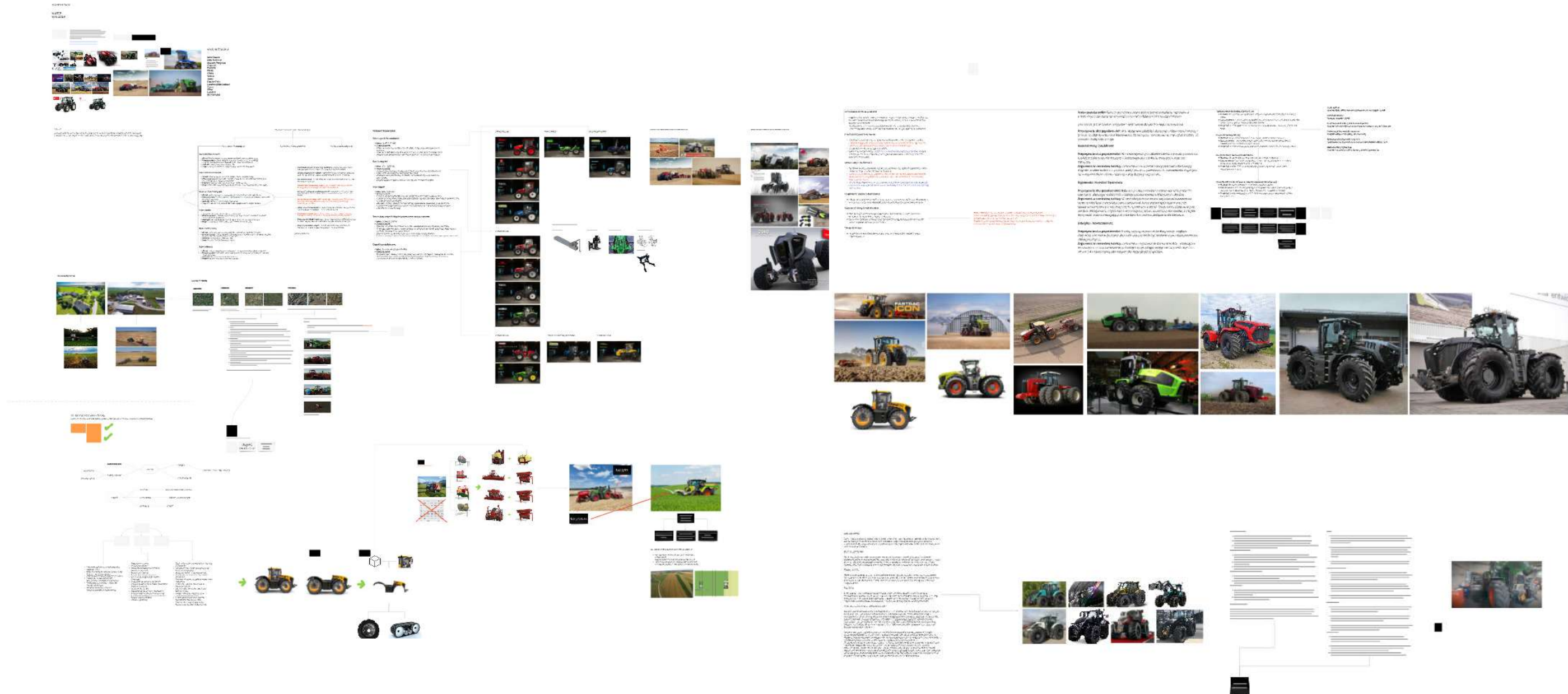
Pod względem technicznym Valtra nie posiada w swojej ofercie ciągnika z centralnie umieszczonąabiną. Opracowanie takiego konceptu pozwoliło na większą swobodę projektową, ponieważ nie istnieje bezpośredni odpowiednik w gamie produktów tej marki. Celem było zachowanie charakterystycznego DNA Valtry, jednocześnie tworząc ciągnik dostosowany do nowoczesnych rozwiązań technologicznych i modularnej koncepcji.

Po określeniu założeń projektowych, segmentu rynkowego oraz docelowej marki, możliwe było przejście do bardziej szczegółowych aspektów koncepcji. Kluczowym elementem stała się integracja systemów rolnictwa precyzyjnego oraz modułowości, co pozwoliło na określenie dalszych etapów pracy.



Valtra Q

ilustracja 18



MIRO

Większość analiz przeprowadzałem na platformie Miro, gdzie za pomocą różnych map myśli i schematów starałem się uporządkować koncepcję oraz znaleźć optymalne rozwiązania dla jej faktycznego wdrożenia w projekcie. Równocześnie gromadziłem materiały wizualne – od fotografii ciągników po różnego rodzaju moodboardy stylistyczne, które pomagały określić kierunek estetyczny i funkcjonalny projektu.

ROZWÓJ PROJEKTU

Po przeprowadzeniu wstępnych analiz określono szczegółowe etapy realizacji projektu. Ze względu na dużą liczbę elementów wymagających zaprojektowania i wymodelowania, przestrzeganie harmonogramu było kluczowe dla zapewnienia płynnego przechodzenia między poszczególnymi fazami oraz efektywnej kontroli nad czasem pozostałym do finalizacji pracy.

Proces projektowy rozpoczął się od modelowania w środowisku CAD, przy wykorzystaniu oprogramowania Autodesk Fusion 360. Pierwszym etapem było określenie gabarytów ciągnika na podstawie zgromadzonej dokumentacji oraz tymczasowych modeli. Na tym poziomie opracowano rozmieszczenie kluczowych elementów technicznych, takich jak układ hydrauliczny, koła oraz silnik. Podstawowa makieta techniczna została opracowana z uwzględnieniem rzeczywistych wymiarów i rozmieszczenia podzespołów, co pozwoliło na precyzyjne odwzorowanie konstrukcji pojazdu.

Wstępna makieta umożliwiła realistyczne rozmieszczanie pozostałych komponentów, takich jak błotniki, kabina czy maska, a także pozwoliła określić ich proporcje i ułożenie w kontekście całości projektu.

W kolejnym etapie opracowano moodboardy stylistyczne, uwzględniające zarówno charakterystyczną estetykę marki Valtra, jak i założenia koncepcyjne projektu. Analiza stylistyki tej marki pozwoliła na zdefiniowanie jej kluczowych cech wizualnych, co stało się punktem odniesienia dla opracowywanego ciągnika. Jednocześnie istotnym elementem procesu było zachowanie spójnej i unikalnej wizji projektowej.

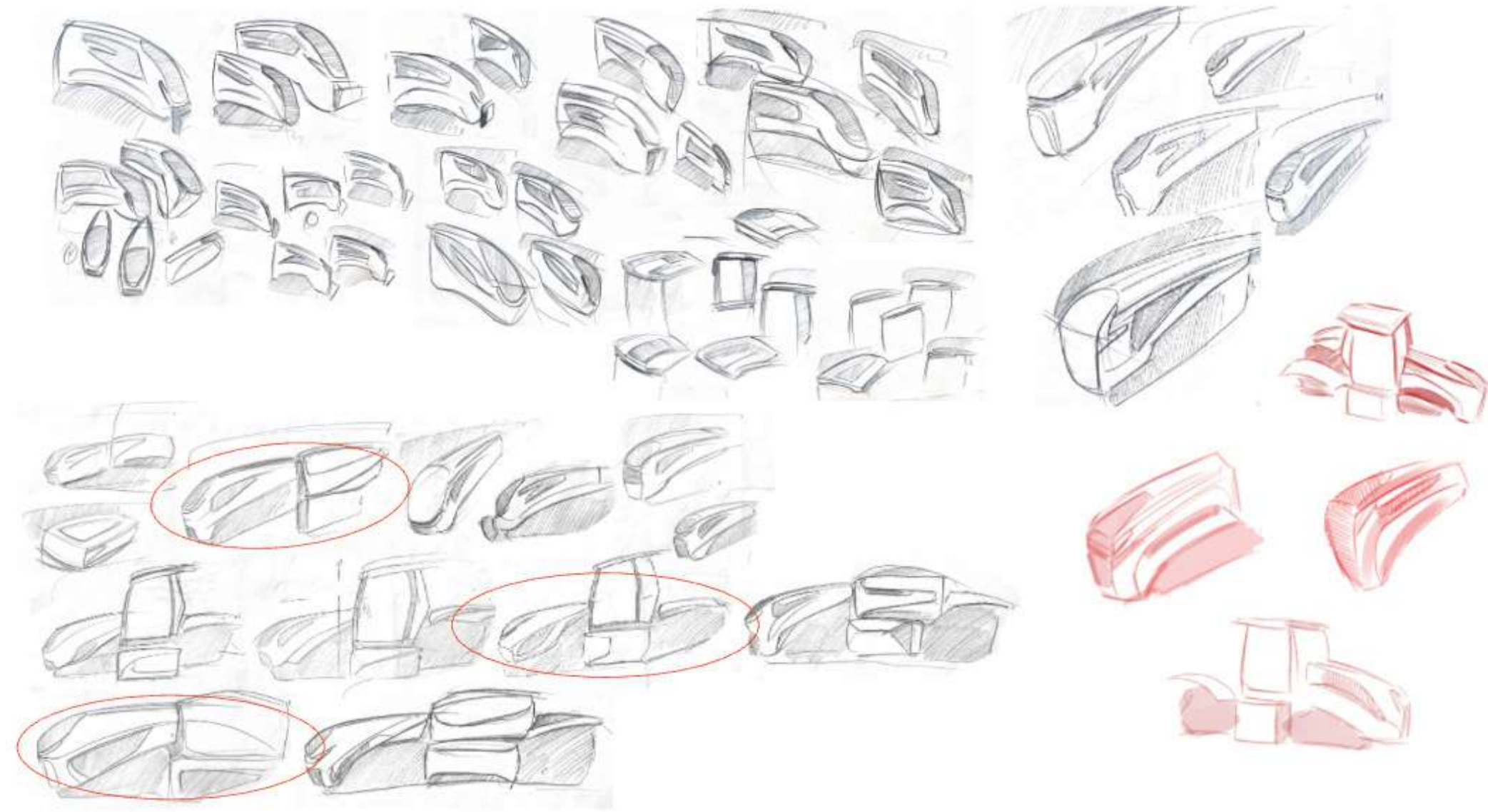
Pierwsze szkice stylistyczne powstały dopiero po opracowaniu technicznej bazy projektu, co umożliwiło wypracowanie spójnej formy maski oraz kabiny. Ponieważ koncepcja zakładała modułowość i możliwość przekształcenia ciągnika w wersję autonomiczną, konieczne było stworzenie estetyki, która będzie spójna w obu wariantach pojazdu. Było to szczególnie wymagające, ponieważ proporcje obu wersji musiały łączyć funkcjonalność z zachowaniem odpowiedniego balansu wizualnego.

W wersji z kabiną priorytetem było połączenie elegancji z masywnością, co jest charakterystyczne dla ciągników rolniczych VALTRY. Natomiast w wersji autonomicznej projekt dawał większą swobodę estetyczną – pojazd został zaprojektowany w bardziej futurystycznym stylu.



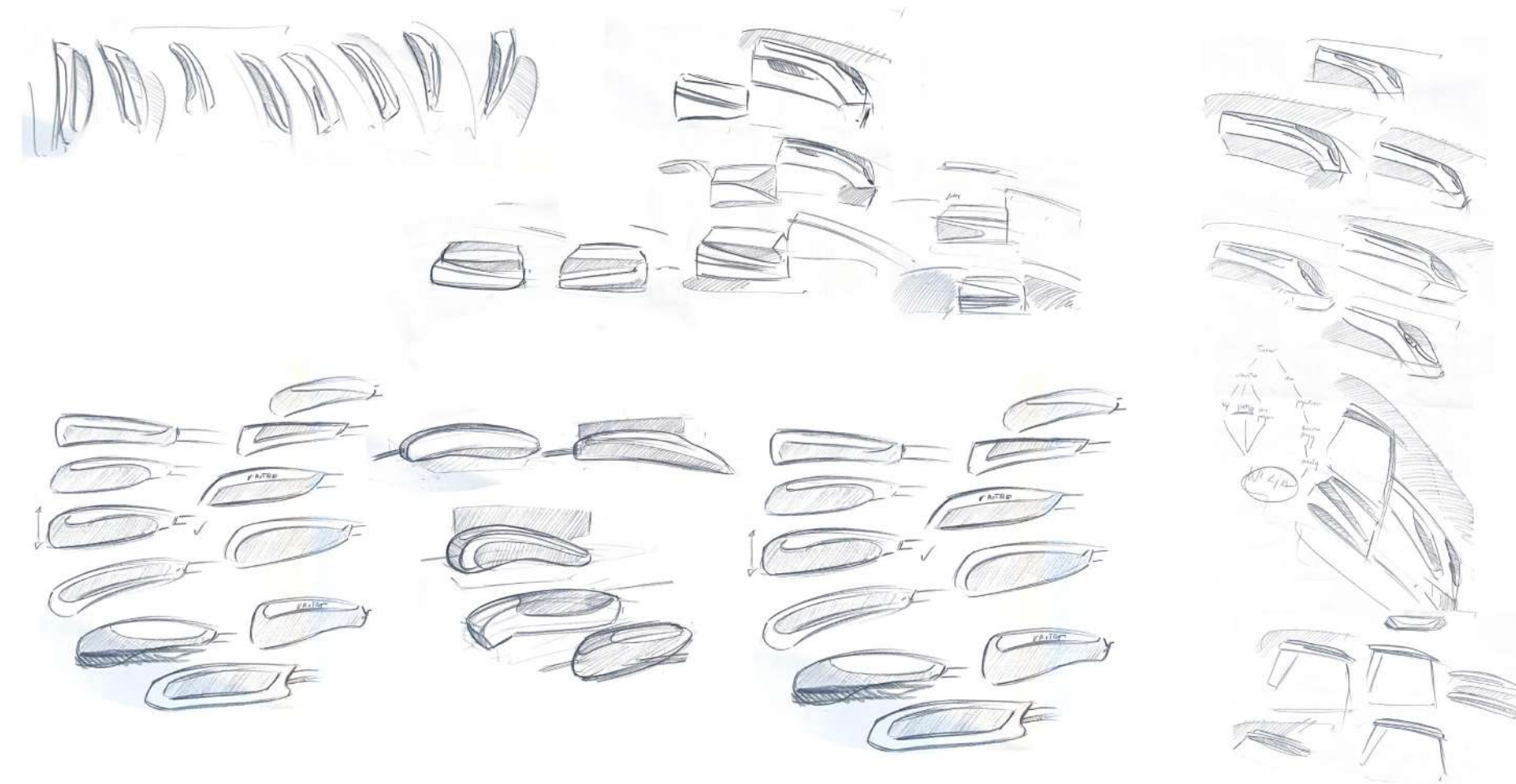
Moodboardy





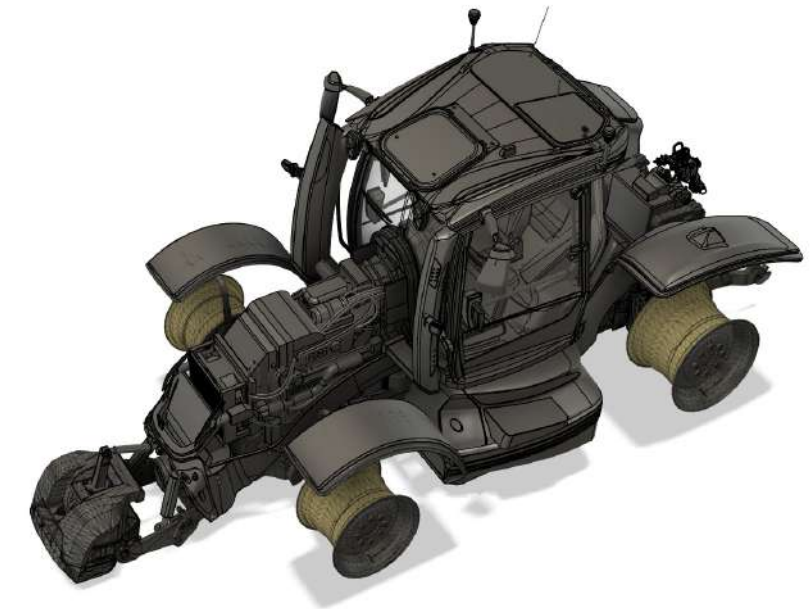
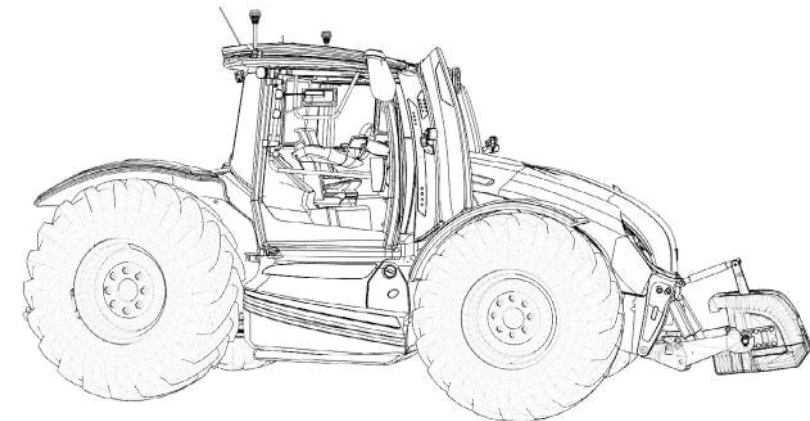
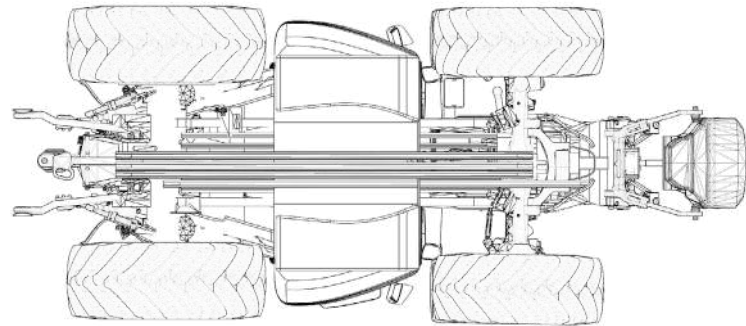
Na etapie szkicowania określono główne linie oraz ogólny styl, który definiuje formę maski ciągnika. Powstałe szkice stanowiły podstawę do dalszego rozwijania precyzyjnych koncepcji w środowisku CAD, co umożliwiło dopracowanie proporcji oraz detali konstrukcyjnych. Szczególną uwagę poświęcono zachowaniu harmonii stylistycznej maski, zapewniając jej spójność z pozostałymi

elementami konstrukcji w tym: modułami oraz z obudową ciągnika w wersji autonomicznej. Szczególną uwagę poświęcono temu, by stylistyka maski nie tylko zachowywała spójność z całością projektu, ale również podkreślała jego nowoczesny charakter i nawiązywała do wzornictwa Valtry.



PODWOZIE

Ze względu na centralne położenie kabiny, rozkład masy pojazdu odbiega od klasycznych konstrukcji, co wpłynęło na konieczność zastosowania opon o zróżnicowanej wielkości. Różnica ta wynosi około 20%, co jest rozwiązaniem porównywalnym z układem stosowanym w JCB Fastrac. Przyjęte proporcje zostały oparte na analizie istniejących pojazdów, jednak ich szczegółowe opracowanie wymagałoby przeprowadzenia specjalistycznych badań inżynierskich.



Uproszczona makieta podwozia.

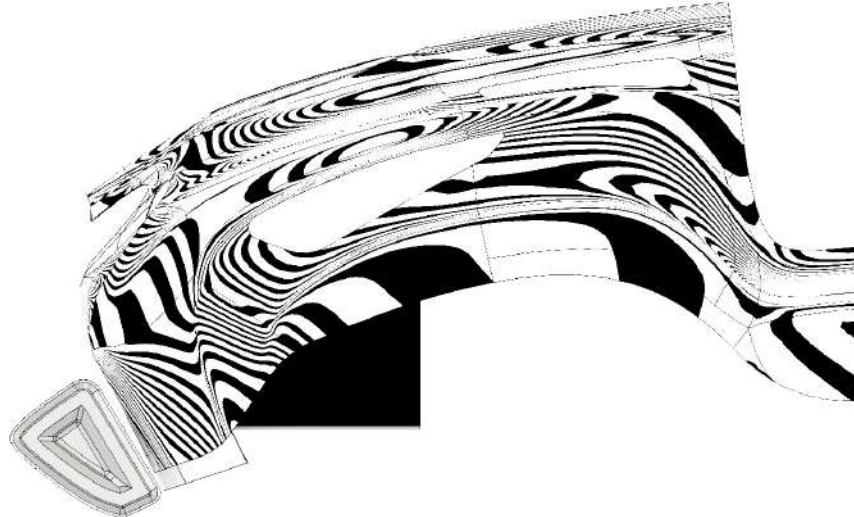
PROJEKTOWANIE MASKI

W procesie projektowania maski opracowano kilkadziesiąt wariantów, stopniowo dopracowując formę w poszukiwaniu optymalnego balansu między estetyką a funkcjonalnością. Do szybkiego modelowania wstępnych koncepcji wykorzystano narzędzie T-Spline, umożliwiające swobodne kształtowanie powierzchni oraz bieżące testowanie różnych wariantów. Technika ta okazała się szczególnie przydatna na etapie iteracyjnych zmian, jednak wymagała wysokiej precyzji w celu uniknięcia deformacji, niepożądanych załamów światła czy nierówności na powierzchniach. Finalna forma maski została częściowo opracowana przy użyciu T-Spline.

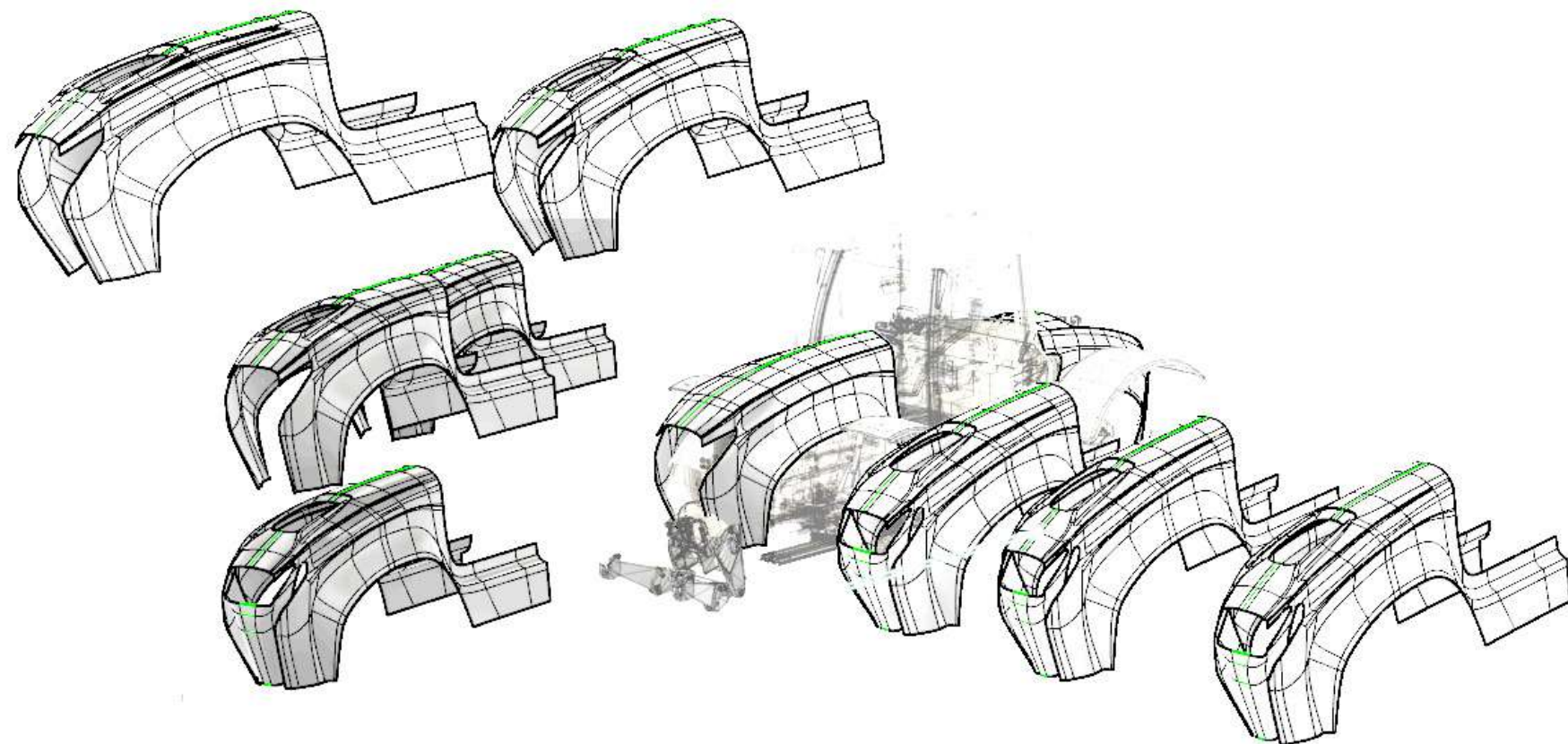
Integralnym elementem projektu jest również krata wentylacyjna, będąca istotnym elementem wizualnym maski. Jej przetłoczenia zostały zainspirowane charakterystycznym kształtem litery „V” z logotypu Valtry, co podkreśla spójność stylistyczną całego pojazdu.



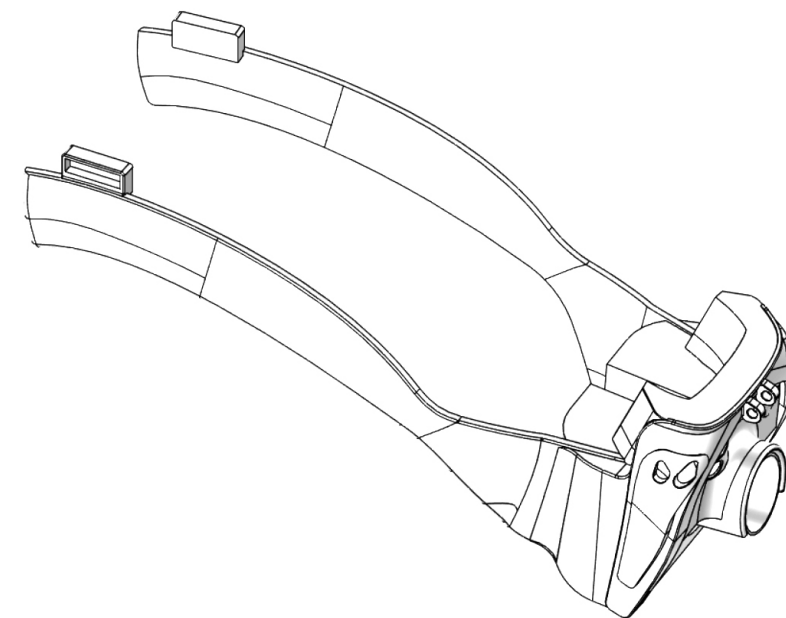
Wstępny model kraty wentylacyjnej.



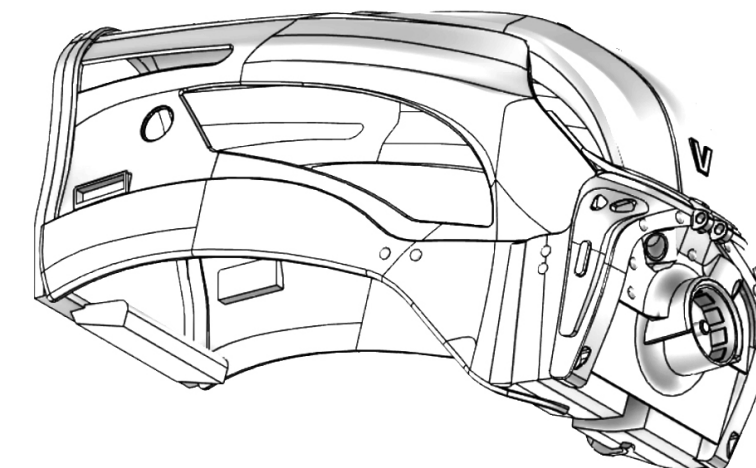
Wstępna wersja maski.



Niektóre koncepty maski wykonane w T-Spline w Autodesk Fusion.



Maska jest osadzona na ramie nośnej, która pełni funkcję strukturalną, zapewniając stabilność i odpowiednie przenoszenie obciążeń. Rama jest bezpośrednio połączona z przednim układem zawieszenia oraz tuzem (przednim podnośnikiem hydraulicznym), co umożliwia mocowanie osprzętu roboczego oraz równomierne rozłożenie sił działających na konstrukcję. Rama nośna odgrywa kluczową rolę w wytrzymałości całego przedniego modułu ciągnika, zapewniając sztywność oraz kompatybilność z elementami układu hydraulicznego i sterowania.



Na ilustracji przedstawiona jest zaprojektowana maska ciągnika, osadzona na ramie nośnej. Jej forma łączy nowoczesną stylistykę z funkcjonalnością, zachowując odpowiednie proporcje oraz miejsce na elementy oświetlenia i układu chłodzenia oraz jednostki napędowej. Powierzchnie zostały wymodelowane w środowisku CAD.



Projekt kratki wentylacyjnej został zainspirowany charakterystycznym logotypem VALTRY w kształcie litery „V”. Maska została zaprojektowana i wymodelowana tak, aby pomieścić silnik AGCO, a jednocześnie harmonijnie współgrać z dolną ramą, która stanowi szkielet konstrukcji, oraz z przednią hydrauliką (TUZ-em).

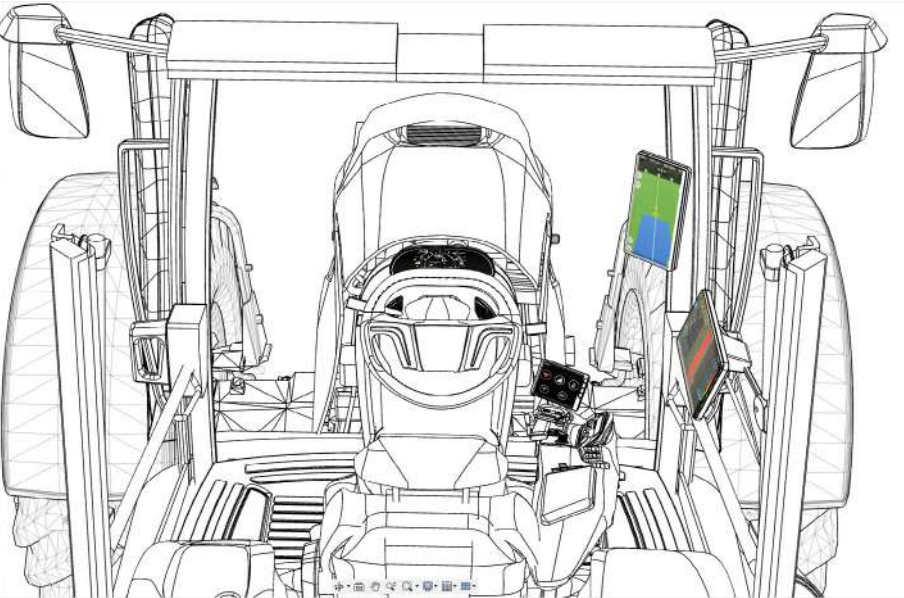
Oświetlenie składa się z pasków LED, pełniących funkcję świateł pozycyjnych, oraz pojedynczego reflektora. Dodatkowe oświetlenie robocze obejmuje sześć reflektorów umieszczonych na dachu, z możliwością montażu dodatkowych świateł na pałkach kierunkowskazów, co zwiększa widoczność i bezpieczeństwo pracy w trudnych warunkach terenowych.



PROJEKTOWANIE KABINY

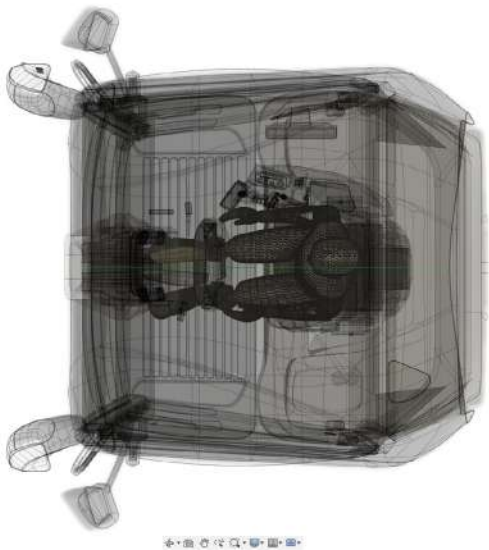
Podczas projektowania kabiny kluczowe było uwzględnienie ergonomii. Kabina musi być funkcjonalna – zapewniać odpowiednią przestrzeń dla operatora, optymalne rozmieszczenie paneli sterujących oraz dobrą widoczność. Ze względu na ograniczony czas, skupiłem się na kluczowych aspektach ergonomicznych, takich jak wysokość, szerokość i rozplanowanie przeszkleń. Detale, takie jak dokładne rozmieszczenie paneli sterujących, zostały przedstawione w formie uproszczonej, bazując na ogólnym układzie kabiny Valtra Q.

Pod kątem wzornictwa kabina została zaprojektowana tak, by harmonizowała z resztą pojazdu. Jej wnętrze powstawało stopniowo, równoległe z innymi elementami projektu.



Finalna wersja kabiny jest większa niż kabiny montowane w standardowych ciągnikach. Większa przestrzeń w kabinie zapewnia lepsze wrażenie przestronności oraz większy komfort dla rolnika. Centralne umiejscowienie kabiny umożliwiło lepsze rozmieszczenie kluczowych elementów konstrukcji oraz zwiększenie dostępnej przestrzeni, ponieważ projekt nie był ograniczony układem tylnych błotników.

Ze względu na umieszczenie czujników rolnictwa precyzyjnego po bokach kabiny z przodu oraz przesunięcie komina spalin do przodu, w tym obszarze powstał potencjalny martwy punkt. Aby zapewnić bezpieczeństwo, martwy punkt został zniwelowany za pomocą kamer. Obraz z kamer może być wyświetlany na ekranie umieszczonym po prawej stronie, dokładnie w miejscu, gdzie znajduje się martwy punkt. Kiedy widoczność w tym miejscu nie jest konieczna, ekran może pełnić funkcję wyświetlacza dodatkowych informacji podczas prac polowych.



Pierwszy projekt kabiny.

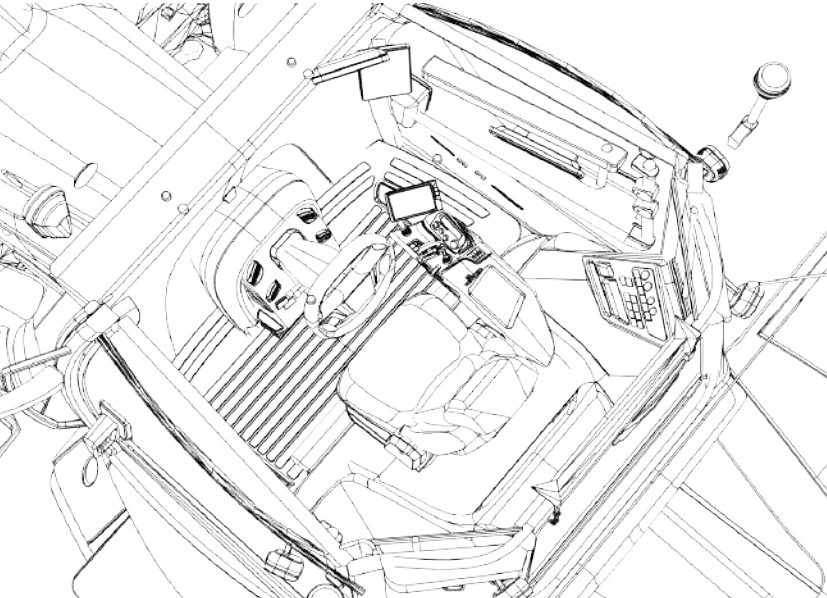
Decyzja o zaprojektowaniu wnętrza wynikała z faktu, że stanowi ono kluczowy element ciągnika – to właśnie w nim wykonywana jest praca. Choć w praktyce taki projekt realizowany jest przez zespoły specjalistów, testowany na makietach 1:1 oraz w warunkach polowych, postanowiłem zaproponować najbardziej logiczny układ rozmieszczenia najistotniejszych elementów, który teoretycznie mógłby przejść do rzeczywistych testów ergonomicznych i funkcjonalnych.



Wizualizacja wstępnej wersji kokpitu.



Fantom w pierwszej wersji projektu. Kabina została powiększona.







POZOSTAŁE ELEMENTY

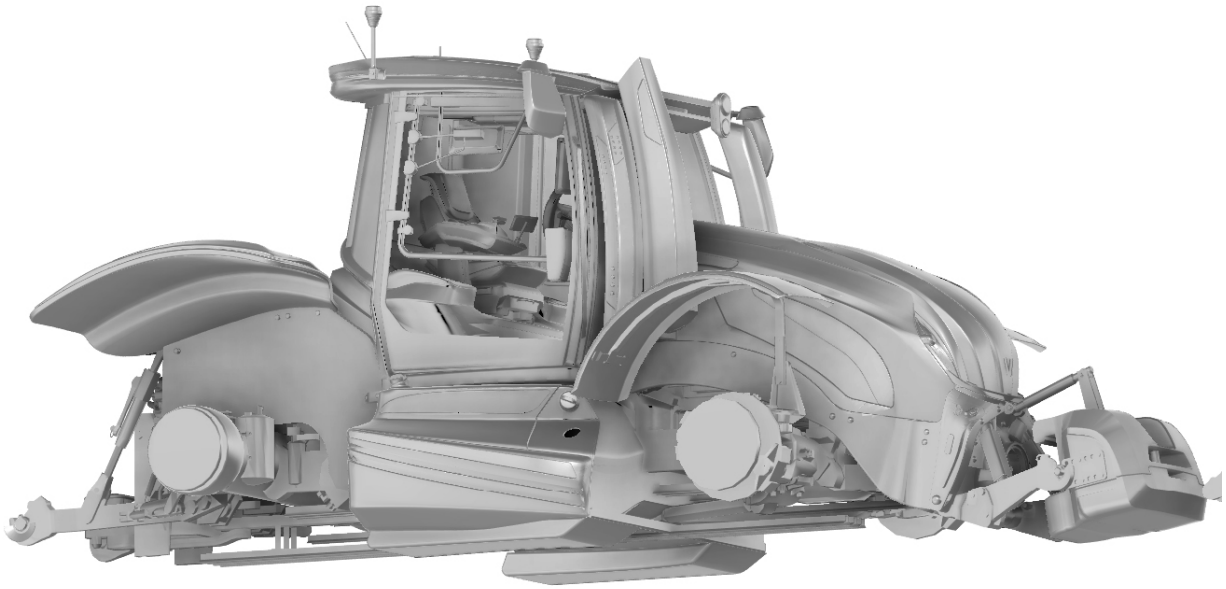
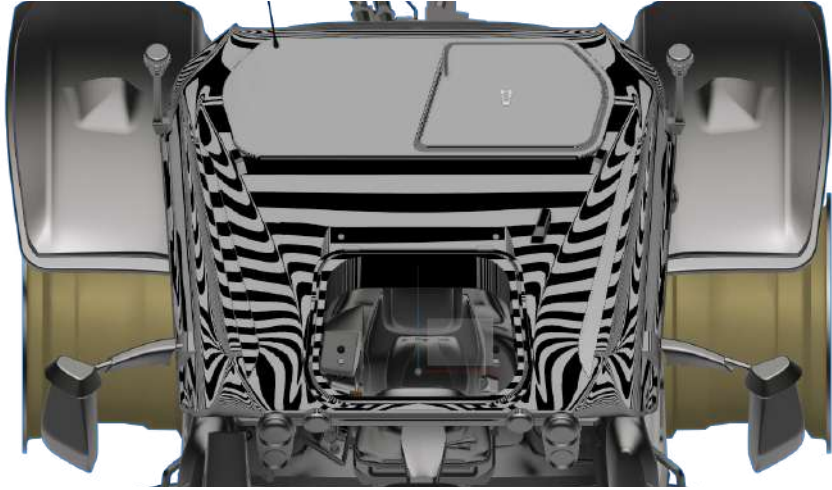
Projekt ciągnika obejmował również liczne mniejsze komponenty, takie jak błotniki, zbiorniki paliwa, dach oraz sposób połączenia przedniej hydrauliki z nadwoziem. Każdy z tych elementów został zaprojektowany w taki sposób, aby harmonijnie współgrał z resztą sylwetki pojazdu, podkreślając spójność i estetykę całej konstrukcji.

Zbiorniki paliwa zostały rozmieszczone w inny sposób niż w klasycznych ciągnikach, co wynikało z przyjętych proporcji konstrukcyjnych. Prześwit między zbiornikami a podłożem wynosi około 45 cm, co jest wartością zbliżoną do typowych rozwiązań stosowanych w innych modelach. Taki prześwit zapewnia bezproblemową pracę w polu, np. podczas orki, gwarantując jednocześnie funkcjonalność i bezpieczeństwo.

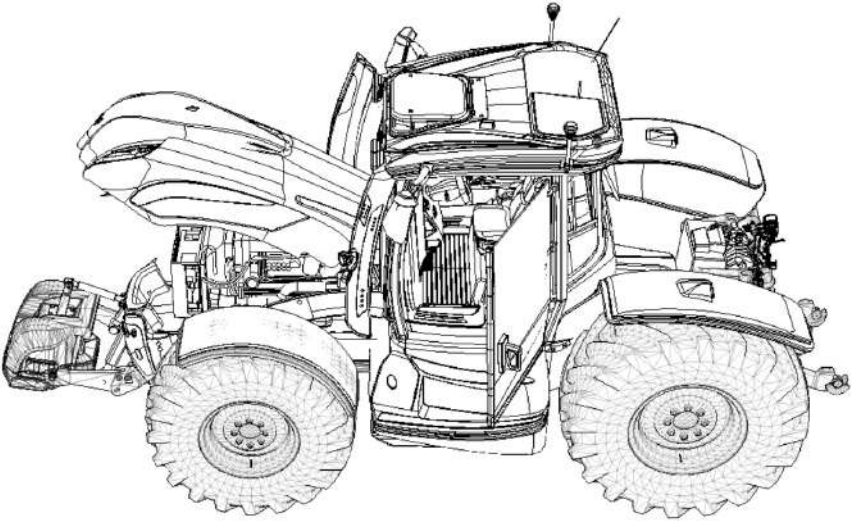
Finalny model składa się z niemal wszystkich elementów wymodelowanych indywidualnie, a jego ostateczna struktura obejmuje około 4 tysięcy brył.



Modelowanie zbiorników paliwa.



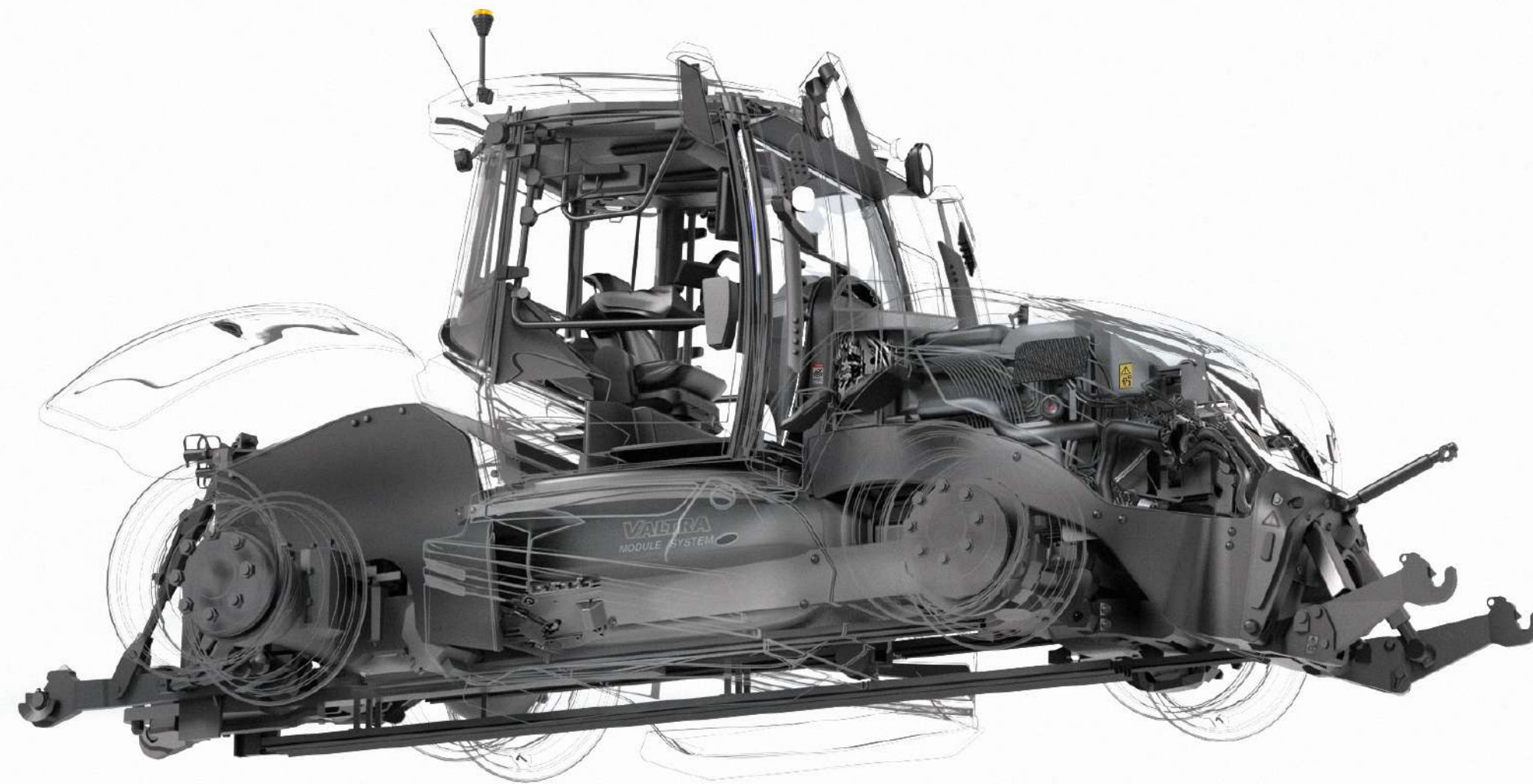
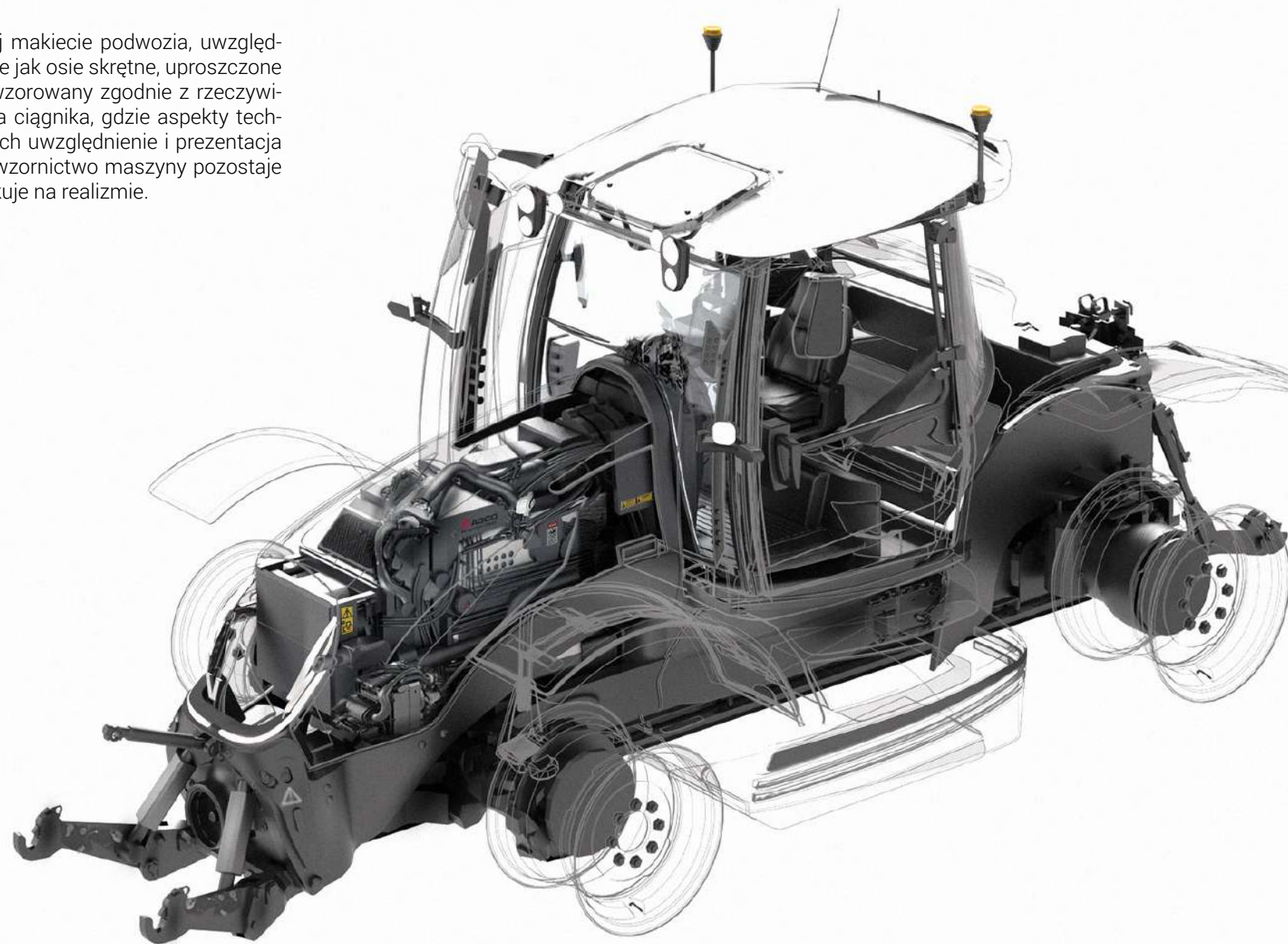
Finalny model koncepcyjnego ciągnika został w całości od początku wymodelowany w Fusion 360, obejmując wszystkie kluczowe elementy konstrukcyjne, zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne. Struktura pojazdu składa się z m.in. kabiny, nadwozia, układu hydraulicznego, zbiorniki paliwa oraz moduły funkcjonalne. Model został opracowany z pełnym uwzględnieniem proporcji, ergonomii i technologicznych założeń.



Finalny projekt dachu.

WARSTWA TECHNICZNA

Cały projekt został oparty na wymodelowanej makiecie podwozia, uwzględniającej kluczowe elementy konstrukcyjne, takie jak osie skrętne, uproszczone modele układu hydraulicznego oraz silnik odwzorowany zgodnie z rzeczywistymi wymiarami. W kontekście projektowania ciągnika, gdzie aspekty techniczne odgrywają kluczową rolę, istotne było ich uwzględnienie i prezentacja – nawet w uproszczonej formie. Dzięki temu wzornictwo maszyny pozostaje spójne z jej funkcjonalnością, a koncepcja zyskuje na realizmie.





DOCIĄŻENIE

Stabilność maszyny to kluczowy czynnik wpływający zarówno na bezpieczeństwo, jak i właściwości robocze. W przypadku JCB FASTRACK rozkład masy odbiega od typowych konstrukcji ciągników – masa jest rozmieszczona bardziej równomiernie, ale wymaga korekty w innych obszarach. W moim projekcie zagadnienie dociążenia maszyny okazało się bardziej skomplikowane. Przy zastosowaniu wersji autonomicznej obudowa zakrywająca złącze nie zrówna się masą z kabiną, gdyż przewidywałem, że pełni ona wyłącznie funkcję ochronną, co ułatwi montaż. Przykładowo, zbiornik modułowy po zapelnieniu wyrównuje masę, lecz wraz z procesem pracy i jego opróżniania dociążenie stopniowo maleje. Dlatego istotne było uwzględnienie mechanizmu umożliwiającego kontrolowaną regulację rozkładu masy.

W związku z powyższym postanowiono uwzględnić miejsce na obciążnik ramowy. Choć obciążniki te nie są standardem w ciągnikach, mogą być wykorzystane w wybranych modelach maszyn. Przykładem jest John Deere R8, który technicznie wyposażony jest w specjalną hydraulikę pod zawieszeniem umożliwiającą montaż obciążników. Takie rozwiązanie pozwala na osiągnięcie bardziej zrównoważonego rozkładu masy. Taki sposób dociążenia jest odpowiedni w projektowanym pojeździe – eliminuje problemy związane z wersją autonomiczną, a jednocześnie umożliwia precyzyjne dostosowanie masy w wariantach modułowych lub z kabiną.



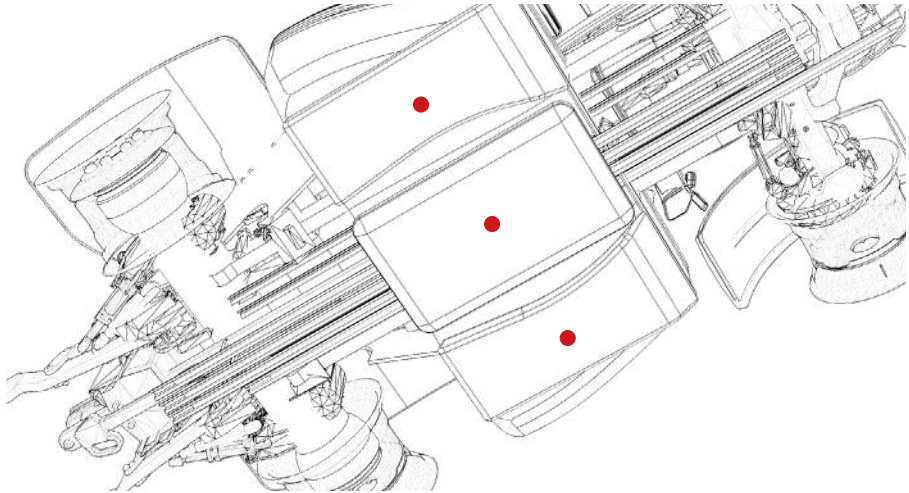
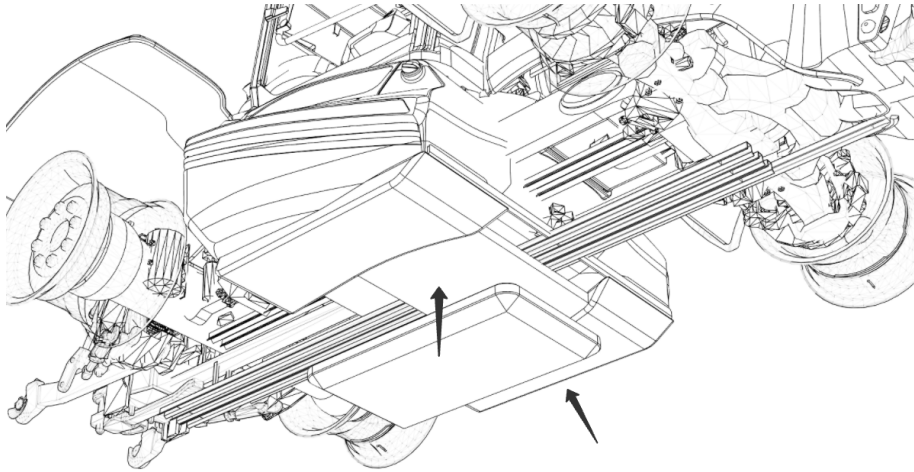
John Deere r8

ilustracja 19



Podpinanie obciążnika ramowego.

ilustracja 20



Obciążniki ramowe.

Projekt zakłada zastosowanie rozwiązania inspirowanego istniejącymi systemami dociążenia. W tym przypadku obciążniki musiałyby być większe niż te stosowane w modelu R9, aby skuteczniej stabilizować masę pojazdu. Można je montować zarówno w centralnej części maszyny, jak i po jej bokach, na przykład pod zbiornikami paliwa. Ich konstrukcja powinna być dostosowana do różnych konfiguracji – zarówno z modułem, jak i bez – tak, aby skutecznie zwiększały dociążenie, nie wpływając przy tym znacząco na prześwit, bryłę oraz stylistykę pojazdu. Dodatkowo przewidziano możliwość montażu obciążników w stacji obsługi modułów, co pozwoliłoby uniknąć konieczności wprowadzania dodatkowej hydrauliki pod pojazdem.



KONCEPCJA OBSŁUGI

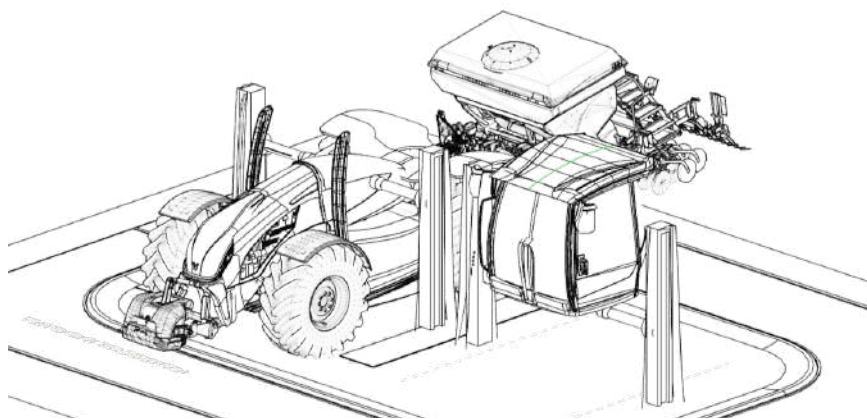
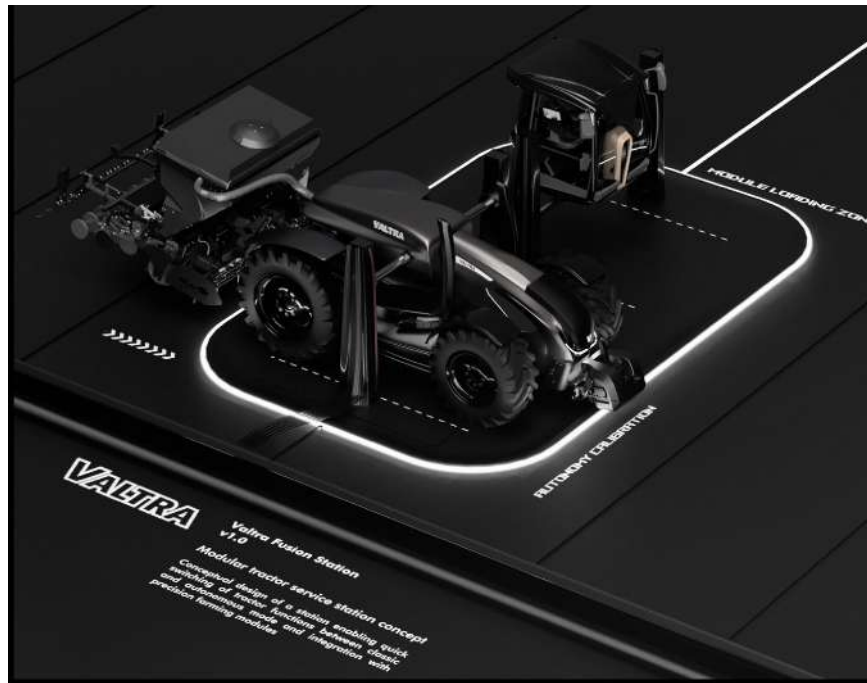
Początkowe założenia koncepcji zakładały, że modułowość i wymiana komponentów będą możliwe nawet w trakcie pracy na polu. Jednak wraz z doprecyzowywaniem kolejnych elementów projektu, idea ta stopniowo traciła na zasadności. Pojawiły się kluczowe pytania dotyczące jej efektywności: jakie korzyści przyniosłoby to rozwiązanie, czy byłoby konieczne oraz w jaki sposób mogłoby zostać wdrożone w praktyce? Analiza wad i zalet wykazała, że jego implementacja nie przyniosłaby istotnych korzyści w kontekście rzeczywistego użytkowania maszyny, dlatego ostatecznie zostało ono odrzucone.

Istotnym aspektem projektowania była również analiza środowiska pracy pojazdu – gospodarstw rolnych oraz operacji polowych. Kluczowe było określenie, jak maszyna funkcjonuje poza okresem eksploatacji oraz w jaki sposób można zoptymalizować jej użytkowanie w trybie postoju.

Zaproponowanym rozwiązaniem było wprowadzenie stacji obsługowej, która umożliwiałaby wymianę modułów, a jednocześnie pełniła funkcję ich magazynowania. Takie podejście pozwala na uporządkowanie całego systemu użytkowego pojazdu oraz ułatwia planowanie jego scenariusza operacyjnego.

Ponieważ ciągnik został zaprojektowany z myślą o integracji z systemami rolnictwa precyzyjnego, stacja obsługowa mogłaby dodatkowo pełnić funkcję centrum zbierania i przetwarzania danych, pozyskiwanych z czujników pojazdu. Możliwe byłoby analizowanie tych informacji, korekta parametrów wykonywanych prac oraz koordynacja tras GPS dla kilku maszyn pracujących jednocześnie na polu.

Wprowadzenie dedykowanej stacji spina cały system w spójny ekosystem, w którym wszystkie elementy są ze sobą powiązane i logicznie uzasadnione. Jednocześnie pozostawia otwartą możliwość dalszego rozwoju koncepcji, umożliwiając jej rozszerzenie na inne maszyny rolnicze, takie jak kombajny, które mogłyby być obsługiwane w tym samym środowisku.



Wczesny koncept stacji.

SYSTEMY I ROLNICTWO PRECYZYJNE W KONCEPCJI

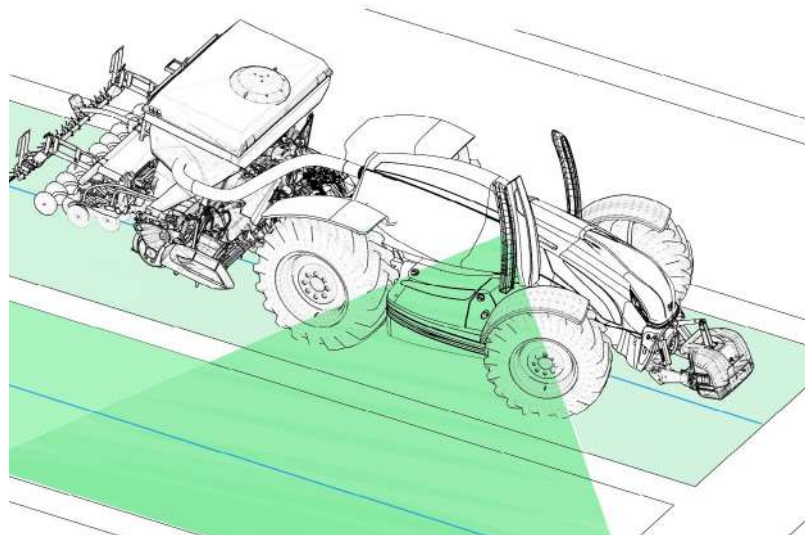
Koncepcja rozmieszczenia czujników rolnictwa precyzyjnego, systemów autonomicznych oraz GPS została zaplanowana w formie dwóch pionowych modułów umieszczonych pośrodku pojazdu. Takie rozwiązanie zapewnia niezakłócony obszar skanowania, ponieważ moduły nie są zasłaniane przez inne elementy konstrukcji ciągnika. Komin spalinowy został umieszczony przed czujnikiem, po prawej stronie, aby zachować maksymalną efektywność skanowania terenu. Dokładne rozmieszczenie czujników zostało przedstawione na stronie [numer strony].

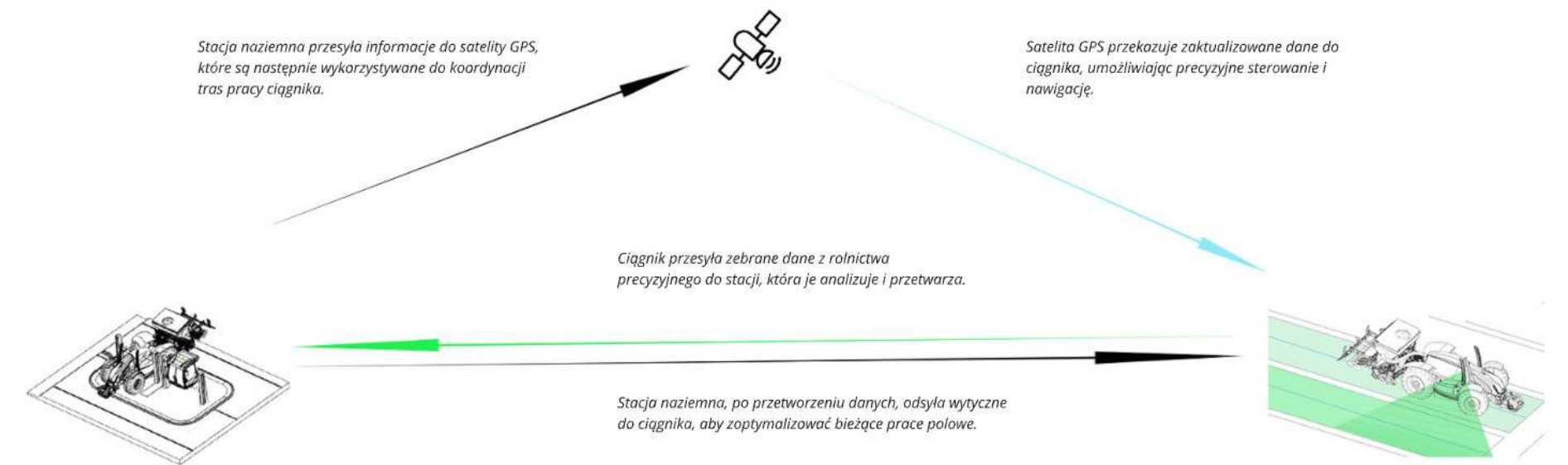
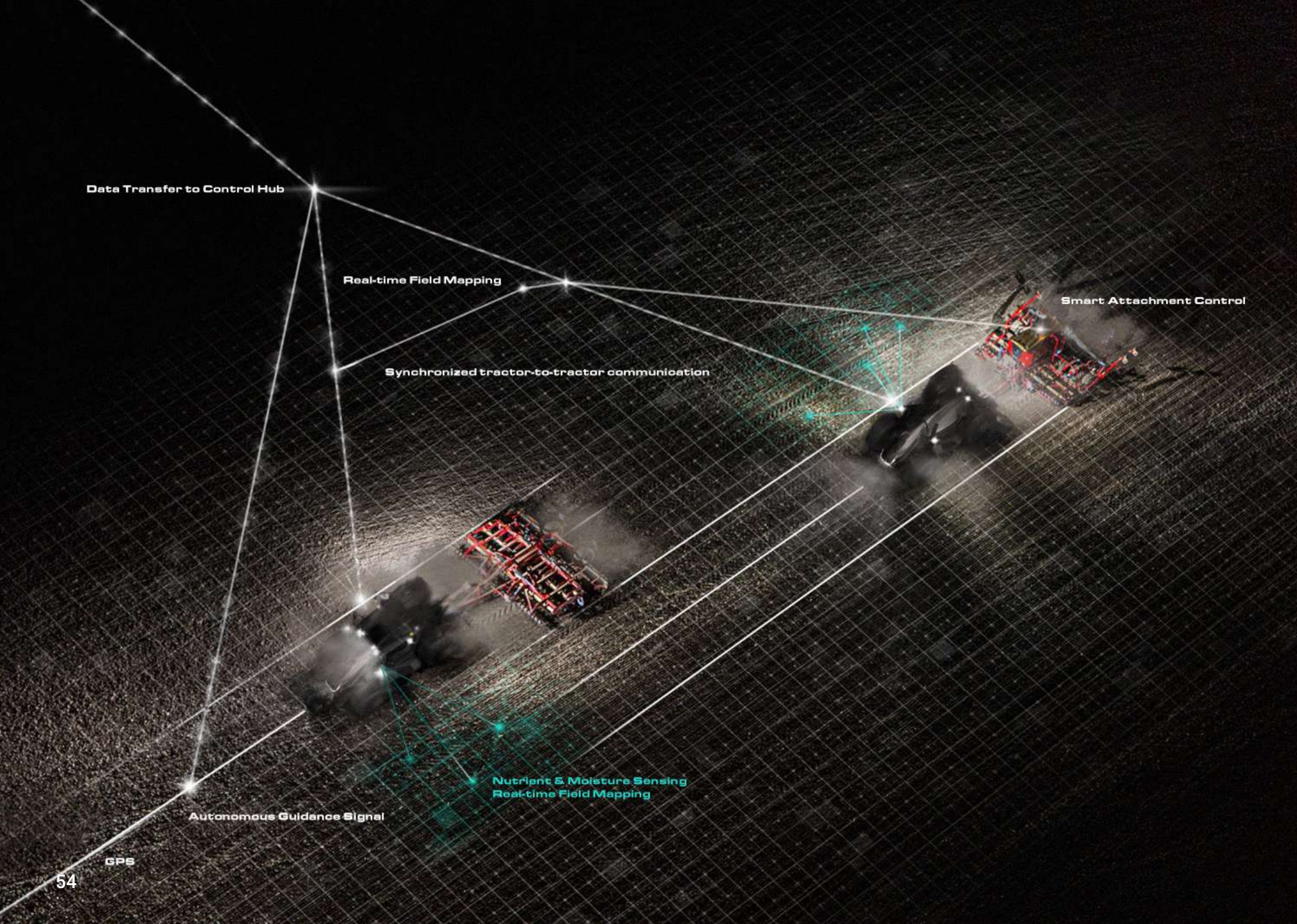
Obserwując ogólne trendy w rozwoju gospodarki, dążące do ograniczenia zanieczyszczenia gleby oraz poprawy efektywności procesów rolniczych, integracja tej technologii bezpośrednio z pojazdem może mieć istotne znaczenie w przyszłości. Takie rozwiązanie eliminuje konieczność montażu dodatkowego osprzętu przed lub za pojazdem, co upraszcza konstrukcję i zmniejsza koszty eksploatacji

Zaproponowany schemat działania opiera się na skanowaniu gleby po bokach pojazdu podczas przejazdu wyznaczoną trasą GPS. Po wykonaniu nawrotu zapisane dane glebowe byłyby wykorzystywane w kolejnym przejeździe, umożliwiając dynamiczną konfigurację osprzętu na podstawie wcześniejszego skanu. Procedura ta miałaby charakter cykliczny i powtarzałaby się do zakończenia pracy na danym obszarze.

W teorii możliwe jest komputerowe wyznaczenie tras GPS w sposób optymalizujący każdy przejazd pod kątem wydajności oraz precyzji skanowania gleby, jednocześnie uwzględniając manewry wokół przeszkód i eliminując ryzyko powtórnej obróbki tego samego obszaru. System mógłby również współpracować z istniejącymi rozwiązaniami optymalizacji trasy pracy, integrując dane w czasie rzeczywistym

Ze względu na zaawansowany charakter obliczeń oraz konieczność ciągłej analizy parametrów gleby, system ten mógłby być wspierany przez dedykowaną stację obsługi, która w czasie rzeczywistym przetwarzałaby dane i komunikowała się z pojazdem.





OPTIMALIZACJA PROCESU SKANOWANIA TERENU

System analizy terenu w projekcie opiera się na czujnikach umieszczonych po bokach maszyny, które zapisują dane gleby na bieżąco i wykorzystują je do kolejnych przejazdów. Jest to rozwiązanie stosowane w nowoczesnym rolnictwie precyzyjnym, gdzie mapowanie pól odbywa się etapami, a zebrane informacje pozwalają na dynamiczną optymalizację pracy maszyn.

W celu maksymalnej precyzji możliwe są trzy podejścia do eliminacji ewentualnych „pustych” stref w pierwszym przejeździe:

Optymalizacja trasy GPS – system może zaplanować przejazd w taki sposób, aby pierwsza linia pracy dostarczała możliwie jak najwięcej danych do następnych etapów. Możliwe jest np. rozpoczęcie pracy od środka pola, a nie od po-przeczników, co pozwala na wcześniejsze zeskanowanie terenu w obszarach roboczych.

Wykorzystanie wcześniejszych map terenu – dane mogą pochodzić nie tylko z bieżących przejazdów, ale również z wcześniejszych prac polowych. Rolnicy już teraz stosują mapowanie gleby przed sezonem wegetacyjnym, co pozwala na zapisanie parametrów, takich jak wilgotność, struktura czy skład mineralny, jeszcze przed pierwszym przejazdem.

Opcjonalny przejazd testowy bez pracy osprzętu – w sytuacji, gdy konieczna jest maksymalna precyzja od pierwszego przejazdu, system może wykonać automatyczny przejazd bez aktywnej pracy narzędziowej. Jest to standardowa praktyka w niektórych operacjach rolniczych, np. przed opryskami czy wysiewem, gdzie operator dokonuje inspekcji terenu. Możliwe byłoby również wcześniejsze wykorzystanie dronów lub naziemnych sensorów do wstępnego skanowania pola.

Dodatkowo, w przypadku oprysków i nawożenia, gdzie precyzja aplikacji ma kluczowe znaczenie, możliwe jest zastosowanie czujników umieszczonych na przednim TUZ-ie. Podczas tych prac przedni TUZ zazwyczaj pozostaje niewykorzystany, co stwarza przestrzeń do podpięcia modułu skanującego, który może dostarczać w czasie rzeczywistym dane o warunkach glebowych i roślinnych przed główną jednostką roboczą. Alternatywnie, czujniki mogłyby być zintegrowane bezpośrednio w opryskiwaczu lub w module rozszerzającym pojemność zbiornika, co dodatkowo zwiększa precyzję aplikacji

Dzięki tym rozwiązaniom maszyna nie wymaga czujników 360° wokół całej bryły, ponieważ dane są zbierane w sposób ciągły i analizowane w czasie rzeczywistym, co pozwala na optymalizację pracy i redukcję zbędnych komponentów systemu.



Przykład ścieżek technologicznych

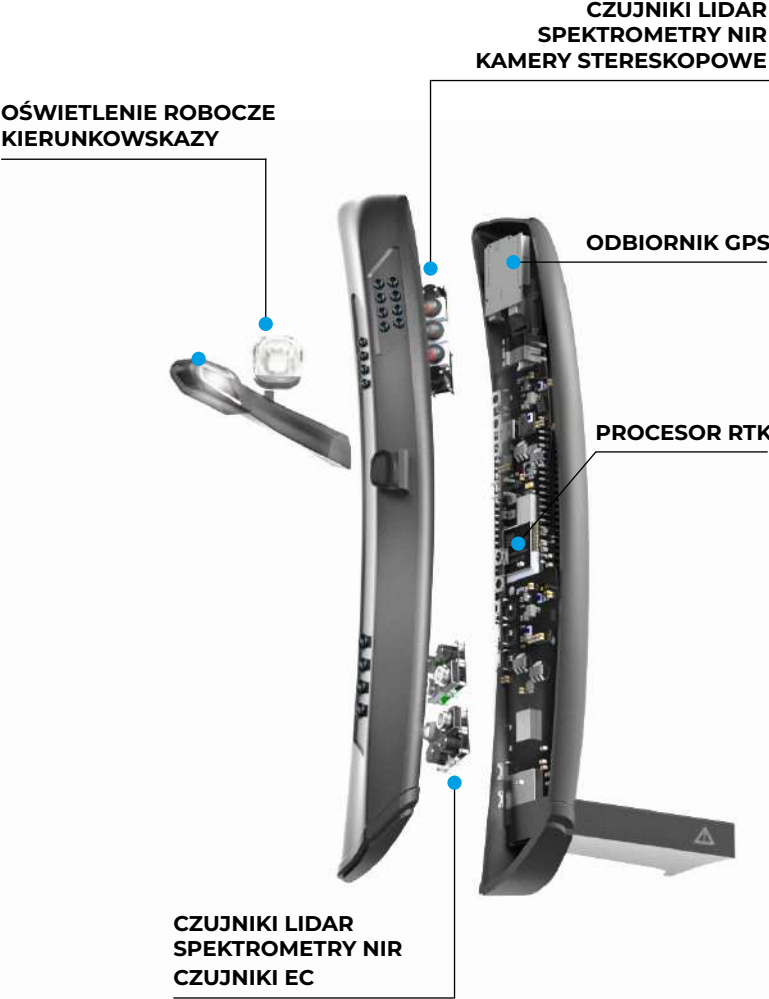
ilustracja 21

Ścieżki technologiczne są wyznaczane już na etapie siewu – siewnik celowo omija obszary, w których poruszają się koła maszyny, zapobiegając marnowaniu nasion oraz minimalizując ryzyko uszkodzenia roślin podczas późniejszych etapów nawożenia i oprysków. To podejście można wykorzystać również w procesie zbierania danych, integrując je z systemem czujników, aby zoptymalizować proces monitorowania warunków na całym polu.

Przeniesienie czujników do pionowych modułów umieszczonych po bokach kabiny wynika z potrzeby optymalizacji ich działania w trudnych warunkach polowych oraz zwiększenia zakresu zbieranych danych. Umieszczenie sensorów wyżej pozwala na szerszy kąt widzenia, co ma kluczowe znaczenie zarówno dla systemów autonomicznych, jak i dla rolnictwa precyzyjnego. Dzięki temu czujniki mogą skuteczniej analizować otoczenie maszyny, monitorując nie tylko stan gleby, ale również wysokość i kondycję roślin. W porównaniu do konwencjonalnego rozmieszczenia w dolnej części pojazdu, takie rozwiązanie minimalizuje ryzyko ich zabrudzenia przez błoto, kurz czy wodę, co mogłoby wpływać na ich skuteczność i wymagać częstego czyszczenia.

Dodatkowo, umieszczenie czujników w pionowych modułach ułatwia ich integrację z różnymi konfiguracjami pojazdu – w wersji autonomicznej mogą one działać jako kluczowy system nawigacji, natomiast w wersji klasycznej wspierać precyzyjne prowadzenie operatora. Możliwość modularnej wymiany lub rozbudowy czujników w przyszłości sprawia, że system może być dostosowywany do różnych zastosowań oraz łatwo modernizowany w przyszłości.

Przeniesienie sensorów na boki kabiny może wpływać również na lepszą synchronizację z systemem ścieżek technologicznych. Dane zbierane przez czujniki mogą być wykorzystywane do optymalizacji kolejnych przejazdów, a także do analizy warunków glebowych w czasie rzeczywistym. Dzięki temu maszyna może efektywniej zarządzać pracą polową, maksymalizując precyzję zabiegów agrotechnicznych i ograniczając straty z niedokładnego wysiewu, nawożenia czy oprysków.



Należy podkreślić, że w tej koncepcji rozważam rozwój technologii rolnictwa precyzyjnego oraz ich rozszerzenie na inne prace polowe, takie jak np. siew.

Obecnie rolnictwo precyzyjne stosowane jest głównie w nawożeniu i opryskach. Jednak nadal wymaga to podpinania specjalistycznego osprzętu z przodu lub z tyłu pojazdu. Jeśli natomiast sensory zostaną zintegrowane bezpośrednio z bryłą ciągnika, eliminowana jest konieczność montażu dodatkowych czujników, co pozwala na efektywniejsze wykorzystanie przedniego TUZ-a, np. do podłączenia dodatkowych zbiorników nawozu.

Możliwe jest również wykorzystanie danych zbieranych przez czujniki w innych pracach, takich jak wspomniany siew. Wymagałoby to jednak rozwoju samego osprzętu, w tym siewników, aby mogły one przetwarzać i wykorzystywać te dane w czasie rzeczywistym podczas pracy. Sensory mogłyby analizować parametry gleby, takie jak jej wilgotność, temperatura, zawartość składników mineralnych oraz stopień zagęszczenia, co pozwoliłoby na dynamiczne dostosowywanie głębokości wysiewu, gęstości rozmieszczenia nasion i optymalizację warunków kiełkowania. W efekcie rolnik mógłby precyzyjnie zarządzać procesem siewu, co nie tylko zwiększyłoby efektywność uprawy, ale także pozwoliło na oszczędność materiału siewnego oraz poprawę plonów.

Umieszczenie sensorów jako osobnego elementu pojazdu ma również kluczowe znaczenie ze względu na możliwość integracji systemów nawigacji.

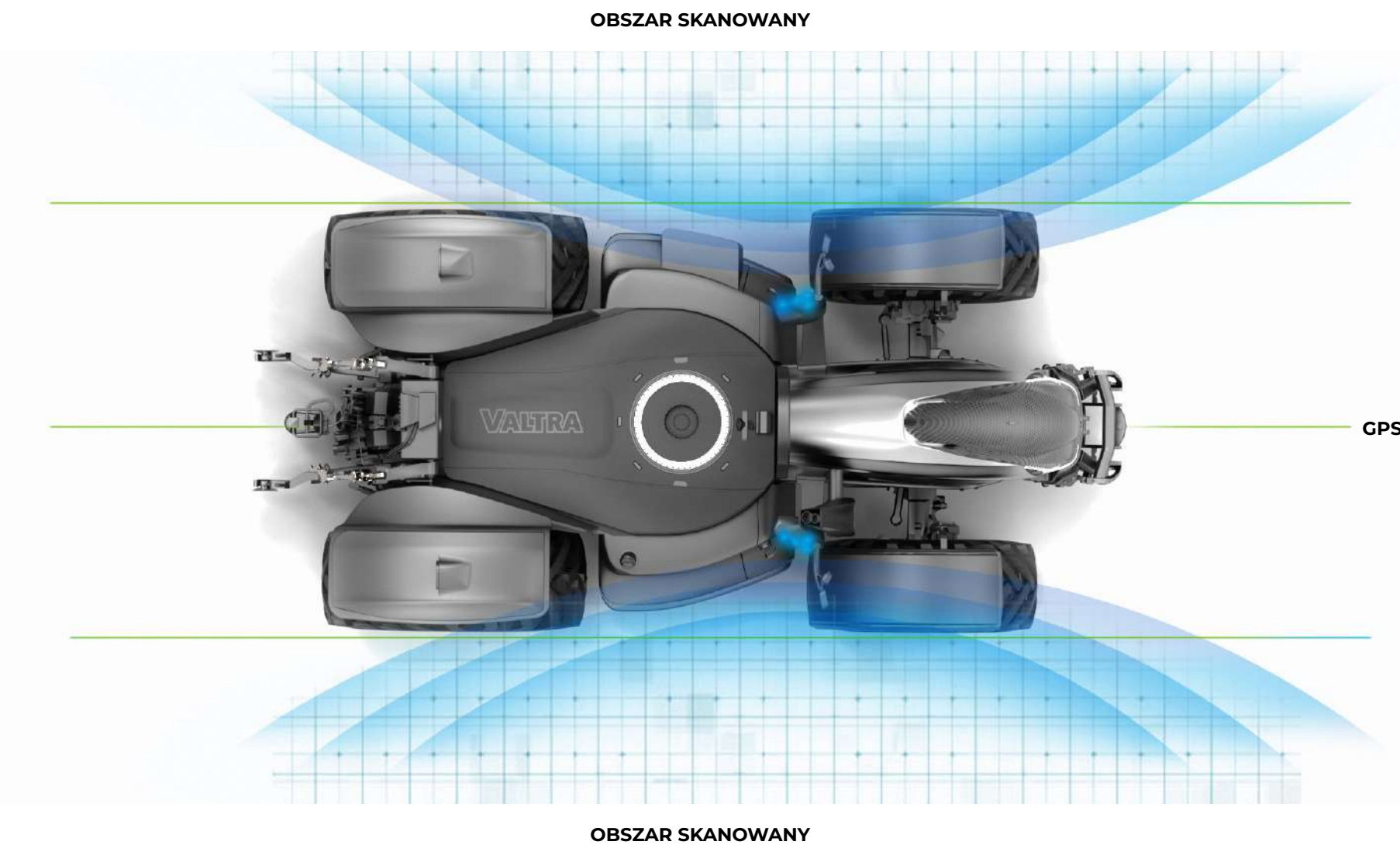
W koncepcji modułowego pojazdu, który może pełnić zarówno funkcję klasycznego ciągnika, jak i wersji autonomicznej, przeniesienie tych systemów do samej bryły pojazdu wydaje się logicznym rozwiązaniem. Obecnie systemy nawigacji montuje się na dachach ciągników, natomiast w pojazdach autonomicznych są one wbudowane bezpośrednio w konstrukcję.

Uwzględniając możliwość łatwej adaptacji maszyny, w której jeden moduł może zostać odłączony, a pojazd nie wpisuje się w typową formę ani klasycznego ciągnika, ani jego autonomicznego odpowiednika, takie rozwiązanie zostało uznane za najbardziej optymalne.

Dokładna budowa czujnika, jego wyprofilowanie oraz umiejscowienie kamer wymaga jednak precyzyjnych testów i badań, którez oczywistych względów, nie mogły zostać przeprowadzone. Mimo to starałem się nadać tym elementom spójny i estetyczny charakter, tak aby harmonijnie komponowały się ze stylistyką pojazdu.

PRZYKŁAD DZIAŁANIA CZUJNIKÓW I SYSTEMÓW GPS

Grafika przedstawia zasięg i sposób działania czujników skanujących teren oraz systemu GPS.





PRACA SYNCHRONICZNA W FORMACJI ROBOCZEJ

Wizualizacja przedstawia dwa modele koncepcyjnego ciągnika podczas kultywacji. Ciągnik wyposażony w kabinę jest obsługiwany przez operatora, natomiast wersja autonomiczna działa jako jednostka wspomagająca.

Założeniem projektu jest możliwość jednoczesnego działania obu maszyn – rolnik prowadzi główny pojazd, a wersja autonomiczna pracuje synchronicznie, wykonując te same zadania bez konieczności angażowania dodatkowego operatora. Dzięki systemom czujników (GPS, kamery stereoskopowe) autonomiczny ciągnik może poruszać się po polu zgodnie z optymalną trasą i unikać kolizji.

Rozwiązanie to pozwala na znaczące odciążenie rolnika, skrócenie czasu pracy oraz zwiększenie efektywności. W przyszłości oba pojazdy mogłyby również komunikować się ze sobą, umożliwiając np. sterowanie autonomicznym ciągnikiem bezpośrednio z kabiny modelu standardowego.

BAZA POJAZDU

Pojazd został zaprojektowany jako bazowa platforma umożliwiająca adaptację do różnych wariantów – od standardowej wersji operowanej przez człowieka, po w pełni autonomiczną, a także autonomiczną z modułem roboczym. Sama konstrukcja została przystosowana do montażu kabiny lub dodatkowych modułów, co w projekcie sugeruję jako system złącza pinowego

Dodatkowo, platforma mogłaby zostać wyposażona w siłowniki hydrauliczne lub elektryczne, które unosiłyby zamontowany moduł podczas demontażu, odsłaniając złącza niezbędne do jego odłączenia w stacji serwisowej.

Zależało mi również na zachowaniu spójnej estetyki i czytelnego języka wzornictwa. Projekt uwzględnia rozmieszczenie tylnych osi oraz tylnej hydrauliki, zapewniając jednocześnie funkcjonalność i dopracowaną formę.



MODUŁY

W projekcie uwzględniłem trzy moduły: moduł zwiększający pojemność zbiornika, osłonę zabezpieczającą złącze w wersji autonomicznej (bez rozszerzenia) oraz kabinę operatora.

Jednym z kluczowych założeń projektowych było zapewnienie spójności estetycznej oraz integracji modułów z główną bryłą pojazdu. Każdy z komponentów został zaprojektowany w taki sposób, aby harmonijnie współgrał z formą maszyny, unikając wrażenia przypadkowego dołączania dodatkowych elementów. Moduły, kabina oraz proponowana metoda ich montażu zostały przedstawione na wizualizacjach koncepcyjnych.

Należy również uwzględnić możliwość rozwinięcia koncepcji o dodatkowe moduły, dostosowane do różnych typów osprzętu. Współczesne rolnictwo operuje szeroką gamą narzędzi, a moduł przeznaczony do siewnika nie może być tym samym, co moduł dla rozsiewacza nawozu czy opryskiwacza. W związku z tym, w przyszłości mogłaby powstać cała linia dedykowanych komponentów – zarówno zaprojektowanych do współpracy z istniejącymi maszynami, jak i całkowicie nowych, dostosowanych do technologii modułowego osprzętu.

Rozszerzenia pojemności zbiorników są już stosowane w rolnictwie, jednak w obecnych rozwiązaniach dodatkowe zbiorniki montuje się zazwyczaj z przodu maszyny, co ogranicza możliwość wykorzystania przedniego TUZ-a. Wersja autonomiczna mojego projektu zakłada przeniesienie zbiornika na środek pojazdu, co pozwala na pełne wykorzystanie przedniego zaczepu do montażu dodatkowego osprzętu roboczego, takiego jak wały uprawowe lub alternatywne czujniki rolnictwa precyzyjnego. Dzięki temu rozwiązaniu potencjał maszyny autonomicznej zostałby maksymalnie zwiększony – zarówno pod względem wydłużenia czasu pracy w polu, jak i eliminacji konieczności częstych przerw na uzupełnianie ziarna, nawozu czy pestycydów.

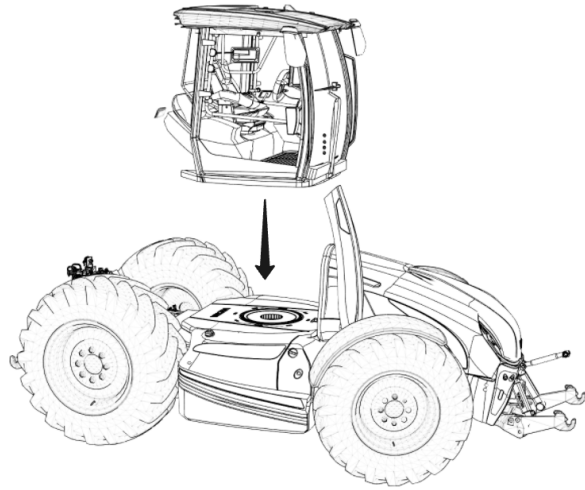


MODUŁ KABINY

Założono, że kabina stanowi osobny komponent, który może zostać zdemon-
towany, jeśli pojazd ma pracować w trybie autonomicznym. Modułowa kabina
wydaje się rozwiązaniem w pełni możliwym do wdrożenia, co potwierdzają ist-
niejące, skomplikowane technologicznie systemy, takie jak obracane kabiny.
Przykładem takiego rozwiązania jest system stosowany przez CLAAS w mode-
lach XERION, gdzie cała kabina operatora funkcjonuje jako niezależny moduł,
umożliwiający jej obrót i zmianę kierunku jazdy. Podobną technologię posiada
Valtra, jednak w wybranych modelach stosuje system z dwiema kierownicami,
co pozwala operatorowi na odwrócenie fotela i zmianę kierunku jazdy. Rozwią-
zanie to jest stosowane w pracach wymagających bardzo dobrej widoczności
na tylny osprzęt

Modułowość kabin występuje również na etapie produkcji. CLAAS wykorzysta-
je jeden model kabiny, który – po odpowiednich modyfikacjach – jest stoso-
wany w różnych maszynach, takich jak XERION oraz sieczkarnie samojezdne
JAGUAR. Dodatkowo, te same kabiny są sprzedawane i wykorzystywane przez
inne marki w kolejnych pojazdach, np. w HEM 922 DQ Cobra. Takie podejście
pozwala obniżyć koszty produkcji, uprościć serwisowanie oraz zwiększyć
standaryzację w ramach jednej platformy produktowej.

W kontekście koncepcji modułowa kabina nie jest więc rozwiązaniem oderwa-
nym od standardów branżowych i mogłaby funkcjonować w pełni operacyjnie.
W projekcie nie uwzględniono jednak montażu kabiny w odwrotnym kierunku,
ze względu na specyfikę tego rozwiązania oraz jego ograniczone zastosowa-
nie.

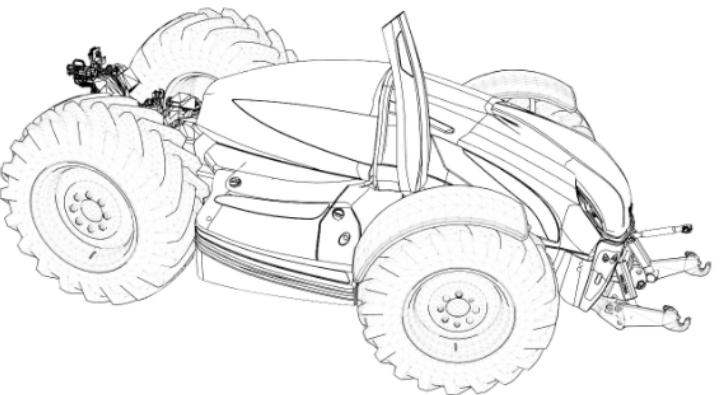
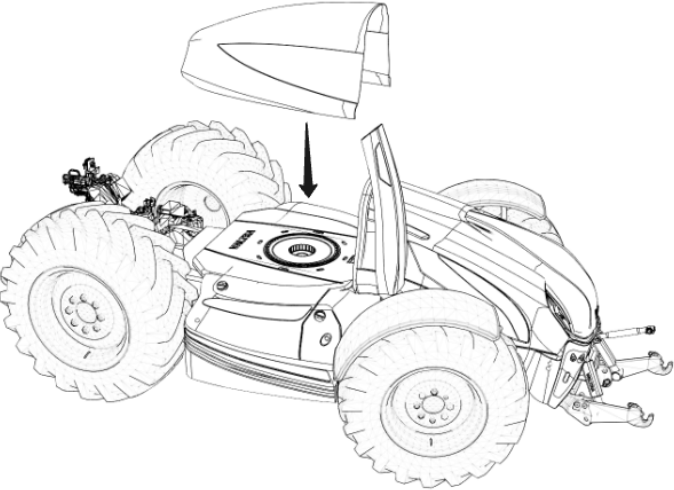


OSŁONA ZŁĄCZA

W przypadku wersji autonomicznej osłona powinna zakrywać złącze po de-
montażu kabiny, jeśli pojazd nie jest używany z żadnym dodatkowym modu-
łem. Osłona pełni kilka funkcji: chroni złącze przed zabrudzeniem podczas prac
polowych oraz zamyka bryłę pojazdu w sposób estetyczny i spójny wizualnie

Taka obudowa mogłaby zostać wykonana z lekkiego metalu, takiego jak alum-
inium, które zapewnia dobrą wytrzymałość przy zachowaniu niskiej masy. Al-
ternatywnie można zastosować tworzywa sztuczne, np. wzmocniony poliwę-
głan (PC) lub kompozyt na bazie włókien węglowych (CFRP), które dodatkowo
ograniczyłyby masę przy jednoczesnym zachowaniu odporności na warunki
eksploatacyjne.

Jeśli udałooby się uzyskać odpowiedni balans pomiędzy wytrzymałością
a wagą materiału, montaż osłony mógłby być realizowany manualnie, bez ko-
nieczności użycia stacji serwisowej.



MODUŁOWE ROZSZERZENIE POJEMNOŚCI SIEWNIKA

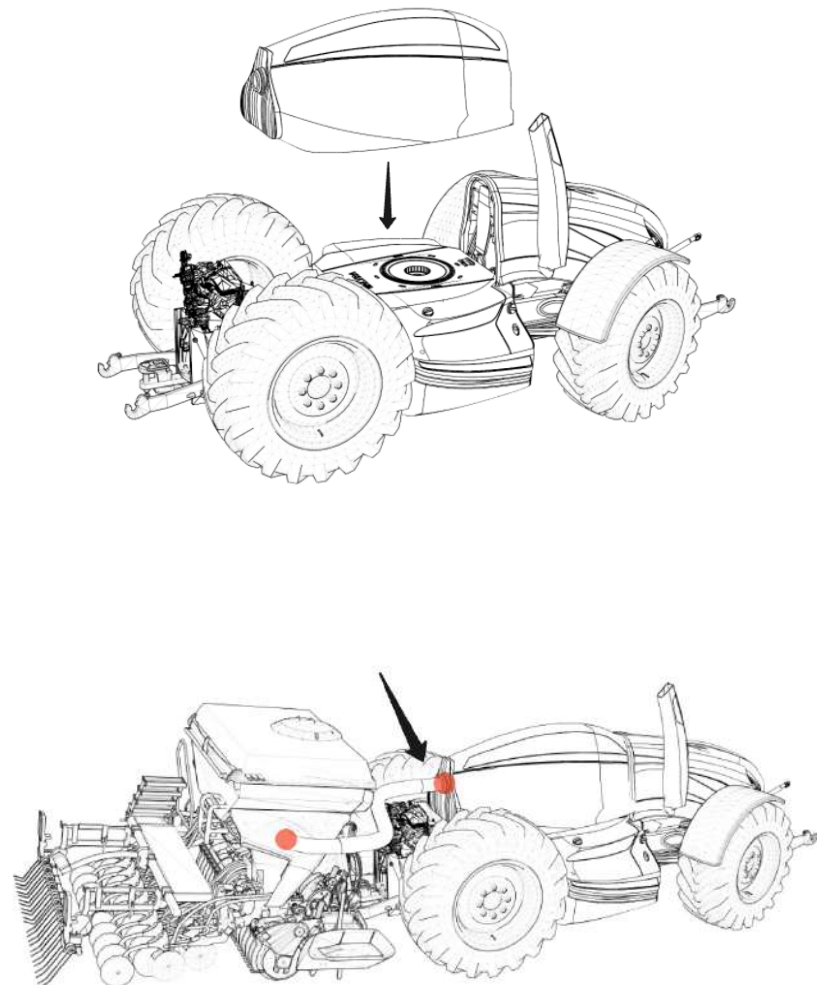
Przedstawiona koncepcja opiera się na modularnym podejściu do rozszerzania pojemności siewnika, działającym na podobnej zasadzie jak w niektórych modelach marki Kuhn, takich jak TF 2300C czy TF 1512. W tych systemach zbiornik znajduje się z przodu pojazdu, a jego zawartość jest transportowana do siewnika za pomocą przewodów pneumatycznych.

W przypadku modułowej wersji autonomicznej, po zamontowaniu dedykowanego modułu, układ podłączałby zbiorniki rozszerzające do systemu siewnika, umożliwiając efektywne przenoszenie materiału siewnego. System mógłby również obsługiwać inne maszyny, bazujące na podobnym schemacie dystrybucji

MOŻLIWOŚCI ROZSZERZENIA

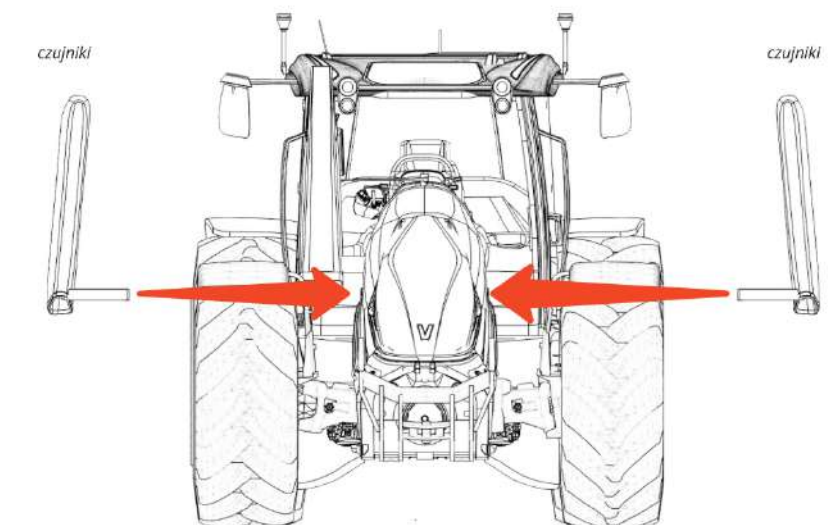
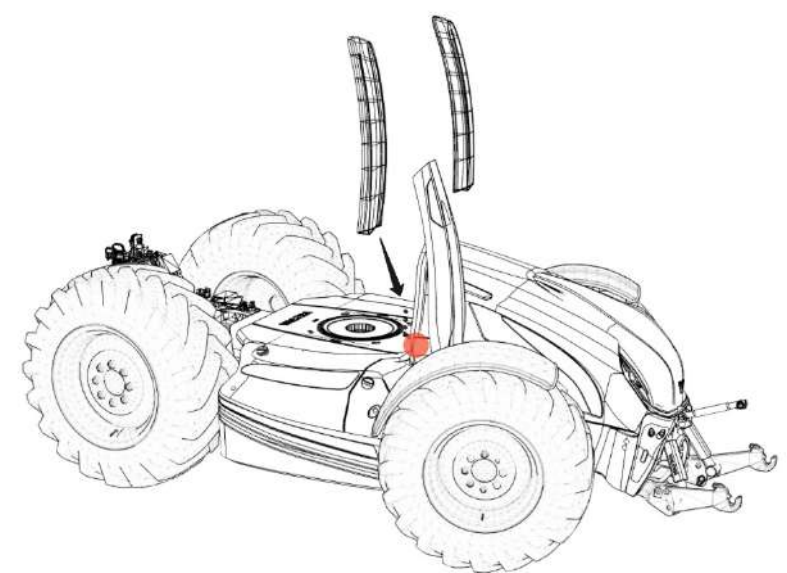
Koncepcja ta nie ogranicza się jedynie do rozszerzenia pojemności siewnika. Podobne rozwiązania mogłyby zostać zaimplementowane w innych typach osprzętu, takich jak rozsiewacze nawozu, opryskiwacze czy nawet systemy transportowe.

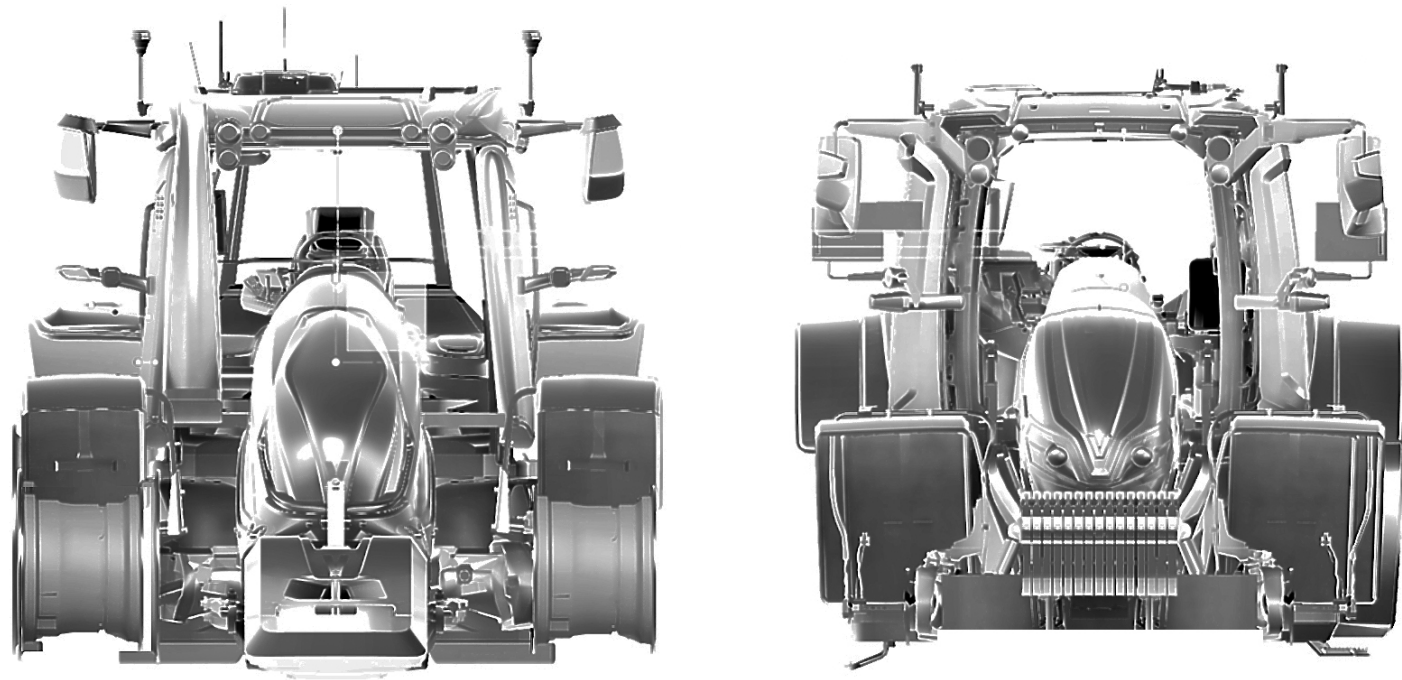
Modularność tego rozwiązania wpisuje się w ideę tworzenia większego ekosystemu maszyn rolniczych, gdzie użytkownik mógłby dostosować ciągnik do różnych zastosowań w zależności od aktualnych potrzeb, bez konieczności wymiany całego osprzętu, a jedynie jego komponentów modułowych



UMIEJSCOWIENIE CZUJNIKÓW

Grafika przedstawia umiejscowienie dwóch bloków czujników. W przyszłości czujniki mogłyby stanowić modułowy komponent, umożliwiający ich dostosowanie do specyficznych potrzeb gospodarstwa.





Grafika przedstawia porównanie koncepcyjnego modelu ciągnika z oryginalnym modelem Valtra Q, który pod względem gabarytów i mocy stanowi jego odpowiednik w gamie istniejących maszyn.

POTENCJALNY ROZWÓJ

Współczesne rolnictwo dynamicznie się zmienia, a wraz z nim rosną oczekiwania wobec producentów maszyn rolniczych. Wprowadzenie systemu modułowego otwiera nowe możliwości zarówno dla użytkowników, jak i dla samej marki.

W kontekście projektu nie chodzi jedynie o pojedynczy ciągnik – to propozycja całego ekosystemu maszyn rolniczych

MODUŁOWOŚĆ JAKO PRZEWAGA KONKURENCYJNA

System modułowy pozwala firmie rozszerzać ofertę , projektując rozszerzenia dla istiejącego osprzętu lub wprowadzając nowy w ofercie. Możliwość dostosowywania maszyny do konkretnych zadań za pomocą wymiennych modułów wpływa na większą elastyczność w użytkowaniu i w kontekście sprzedaży może być atrakcyjne dla potencjalnych klientów, zapewniając dodatkowe rozszerzenia lub zupełnie nowe funkcje.

Dla użytkownika: Możliwość dopasowania maszyn do zmieniających się warunków pracy.

Dla producenta: Model biznesowy oparty na sprzedaży podstawowej jednostki i stopniowym rozbudowywaniu jej o kolejne moduły.

Dla rynku: Wzrost zainteresowania inteligentnymi rozwiązaniami i rolnictwem precyzyjnym.

ROZWÓJ MODUŁOWOŚCI NA INNE MASZYNY ROLNICZE

Opracowana w projekcie koncepcja może być rozszerzona na kolejne typy maszyn rolniczych, tworząc spójny ekosystem obsługiwany w jednej stacji serwisowej, przykładowo:

Kombajny i sieczkarnie: możliwość wykorzystania tej samej bazy dla różnych wersji maszyny, gdzie jedna kabina może być modułem pasującym do różnych modeli, na wzór koncepcji ciągnika, z dostosowaniem głowic tnących czy rozszerzeń zbiornika jako modułów etc.

Moduły dla osprzętu: możliwość podłączania specjalistycznych zbiorników, rozszerzeń pojemności, systemów analizy gleby i innych elementów

Osprzęt modułowy: ewentualne projekty osprzętu zaprojektowane pod użycie z proponowanym koncepcyjnym ciągnikiem

Rozszerzenie oferty ciągników: o kolejne modele o różnej mocy, gdzie jedna kabina może być modułem pasującym do innych modeli.

STACJA JAKO CENTRUM OBSŁUGI ZARZĄDZANIA SYSTEMEM

Zastosowanie modułowego systemu wymaga integracji maszyn w jednym miejscu – stacji obsługującej zarówno wymianę komponentów, jak i analizę danych.

Automatyczna wymiana modułów: maszyny mogłyby automatycznie przechodzić konfigurację do kolejnych prac

Analiza i optymalizacja danych: wykorzystwana w innych pracach

Model sprzedaży oparty na zakupie bazy pojazdu: Rolnik kupuje bazę pojazdu a następnie dobiera moduły w zależności od potrzeb jego gospodarstwa i posiadanego osprzętu.

Możliwość dostosowywania pojazdu do zmiennych warunków pracy oraz rozszerzenia idei na inne maszyny rolnicze tworzy potencjalny ekosystem, zamknięty w jednym miejscu na gospodarstwie.

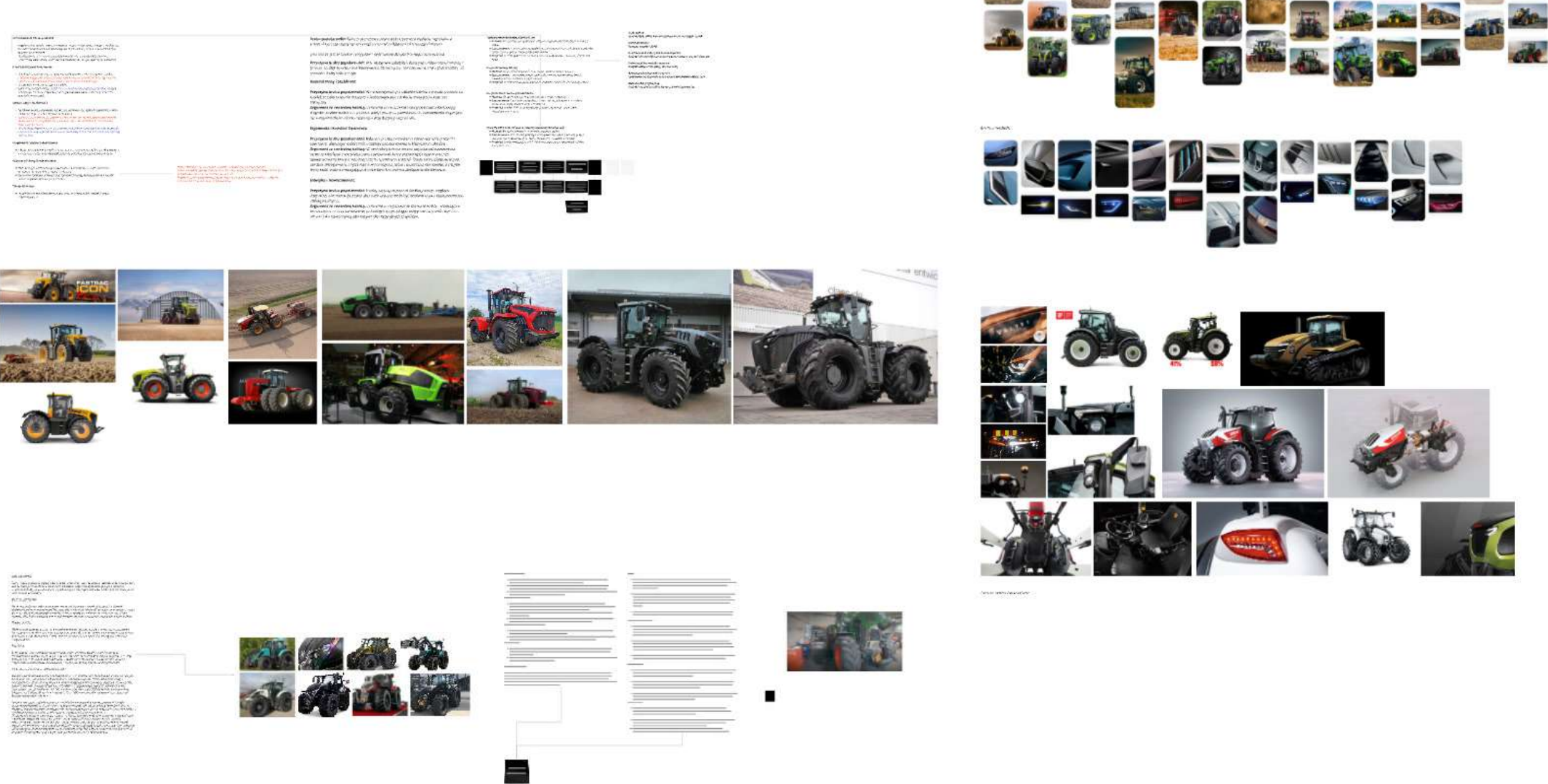
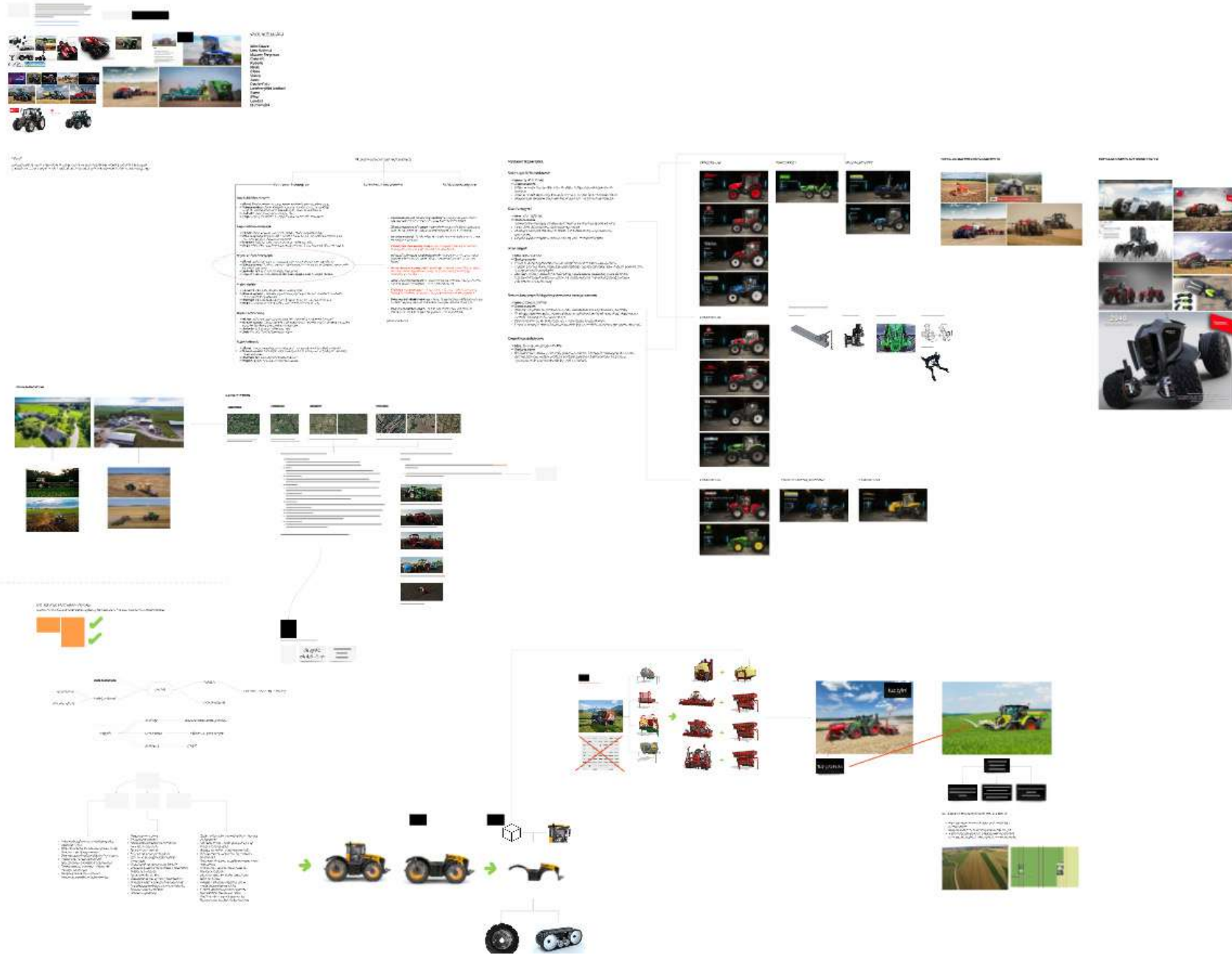


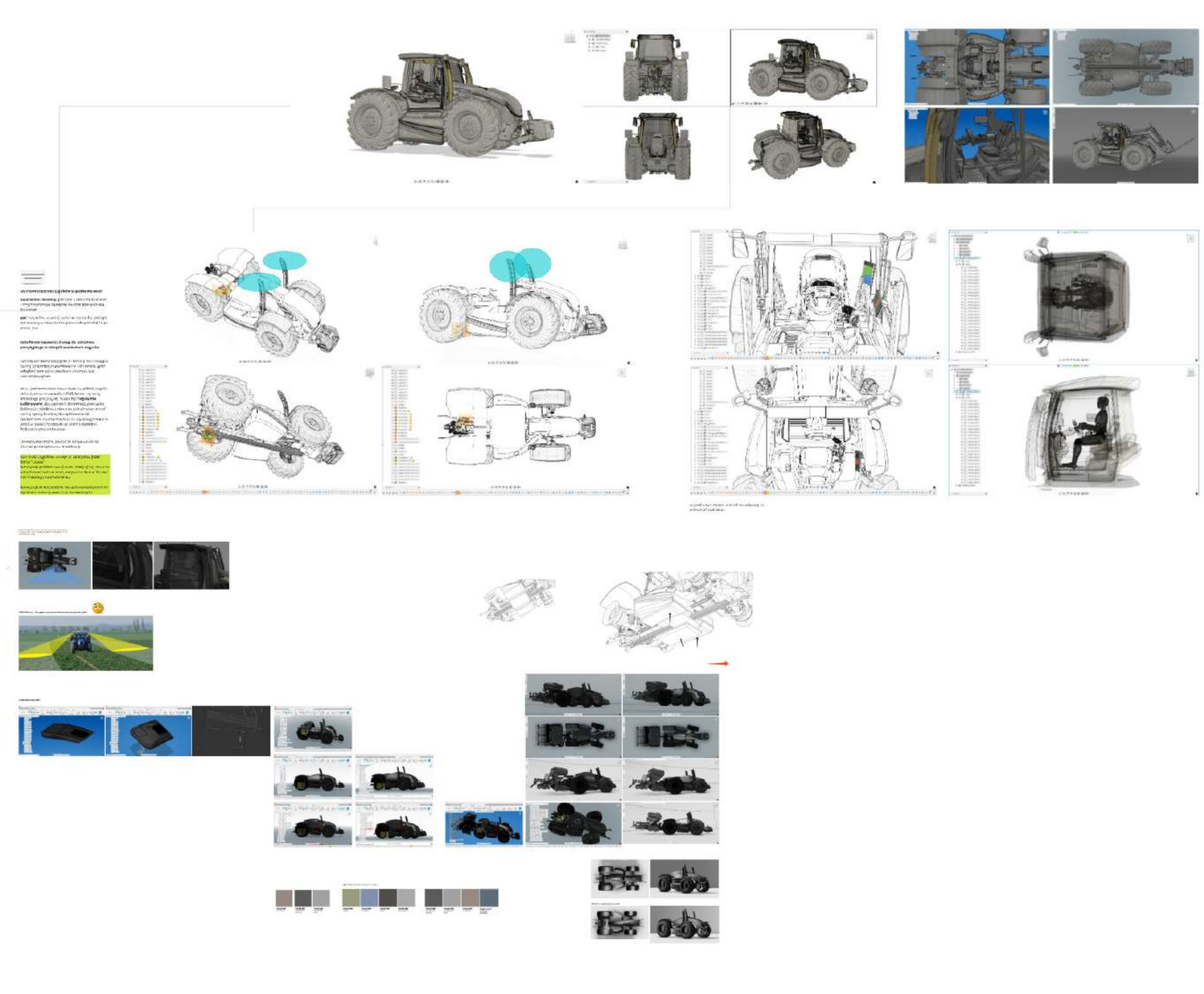
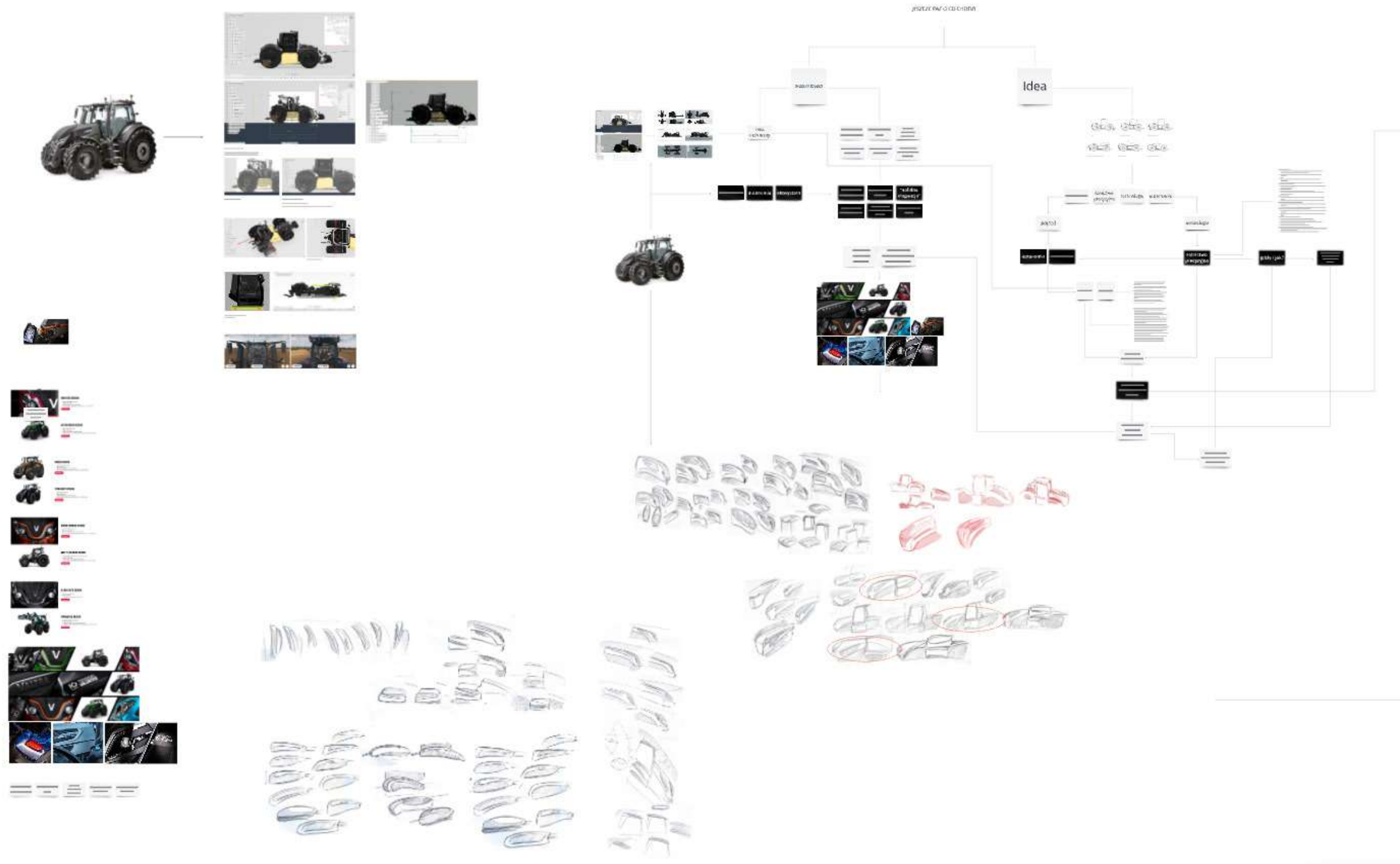


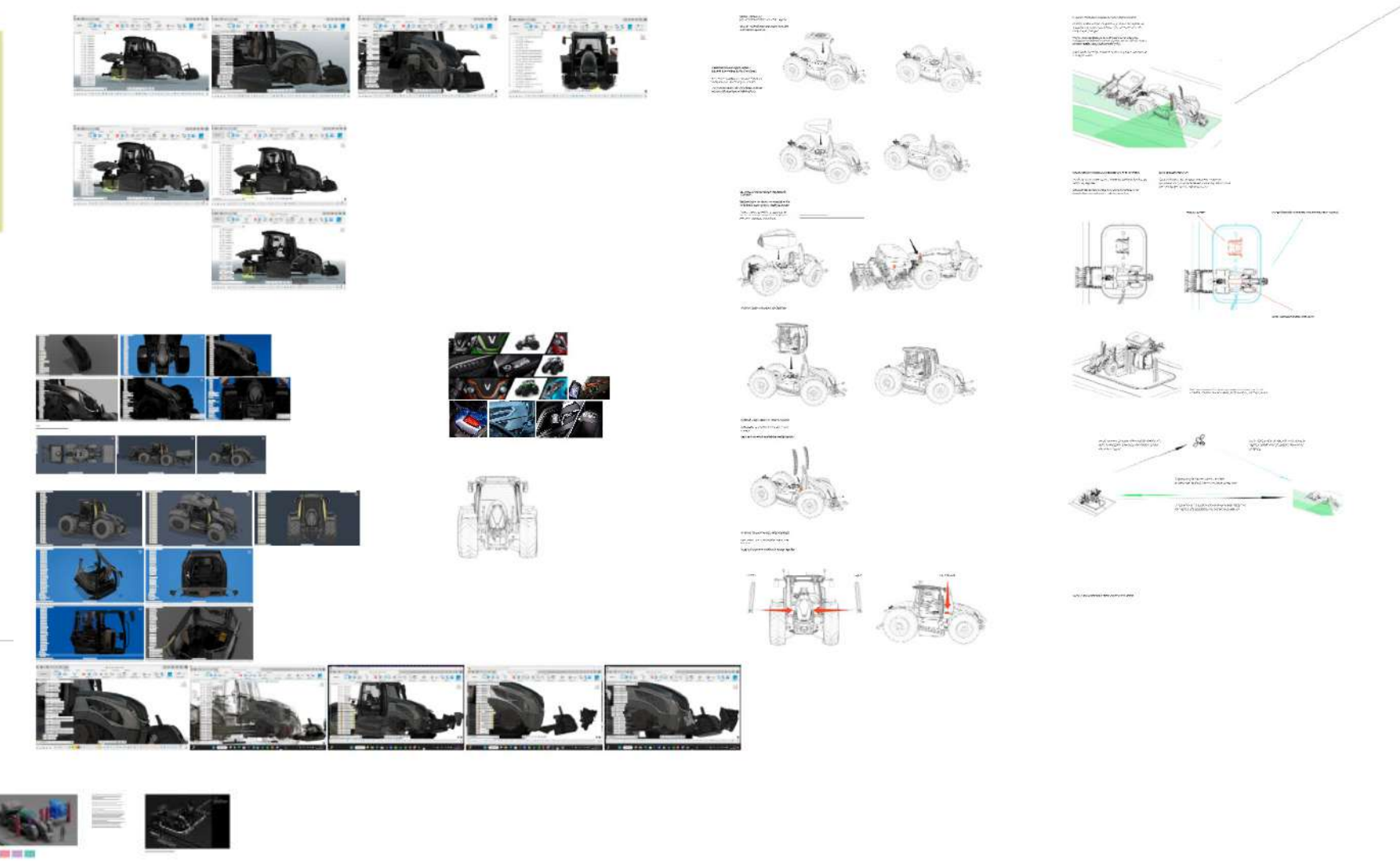
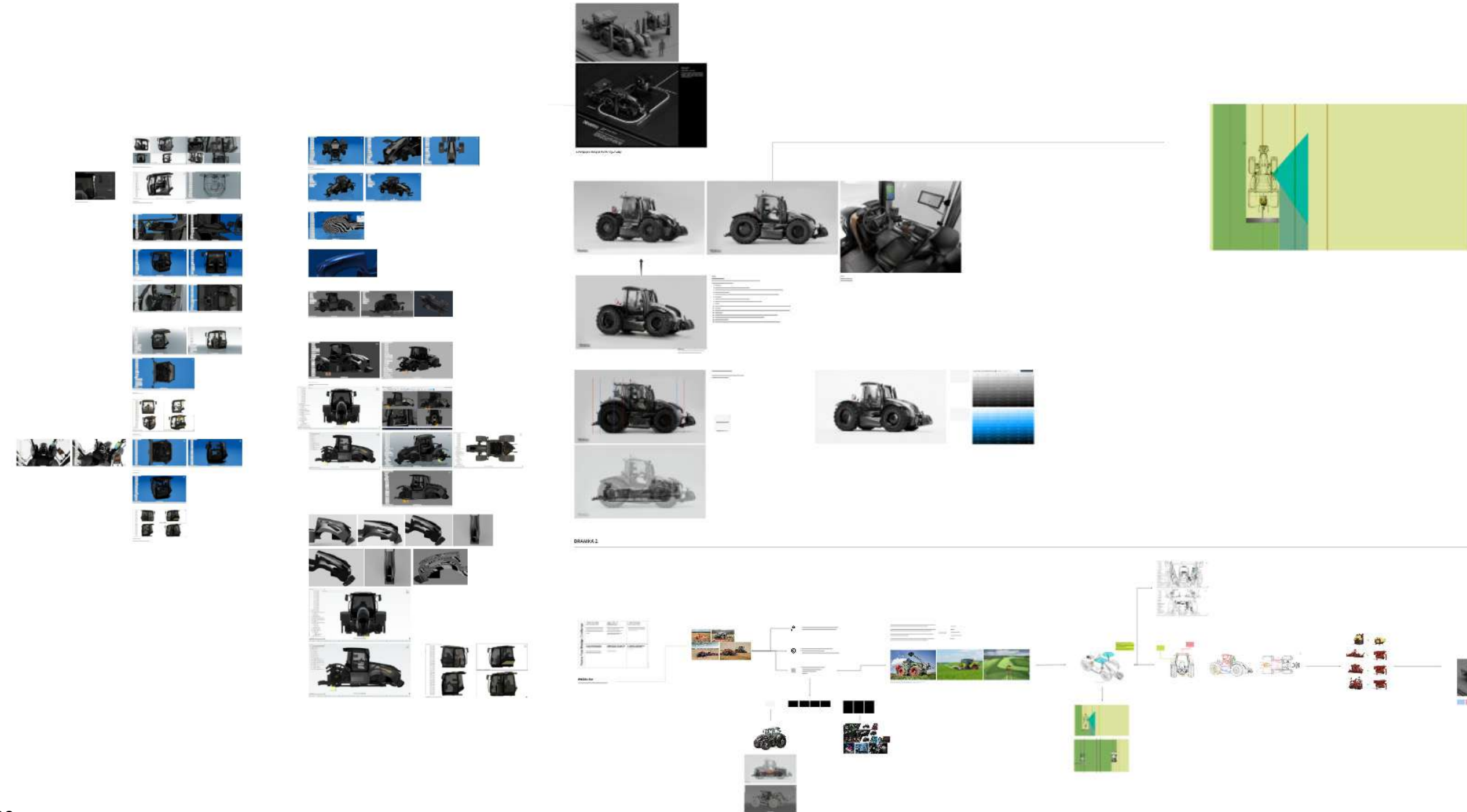
DOKUMENTACJA WIZUALNA PROCESU

Proces projektowy wymagał licznych analiz, testów i iteracji, które stopniowo prowadziły do wypracowania finalnej formy ciągnika. Na kolejnych stronach przedstawione zostały kluczowe etapy rozwoju projektu – od wstępnych koncepcji i szkiców, przez testowanie proporcji i ergonomii, aż po szczegółowe dopracowanie modułów oraz integrację technologii rolnictwa precyzyjnego. Wizualizacje ukazują skalę przeprowadzonych analiz oraz dynamiczny charakter procesu projektowego, który ewoluował na każdym etapie pracy.









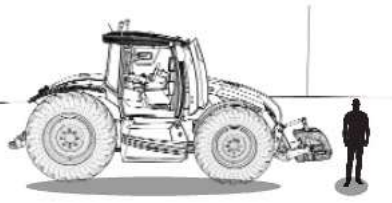
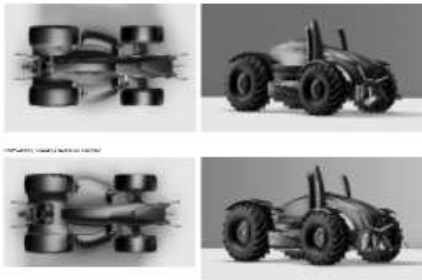
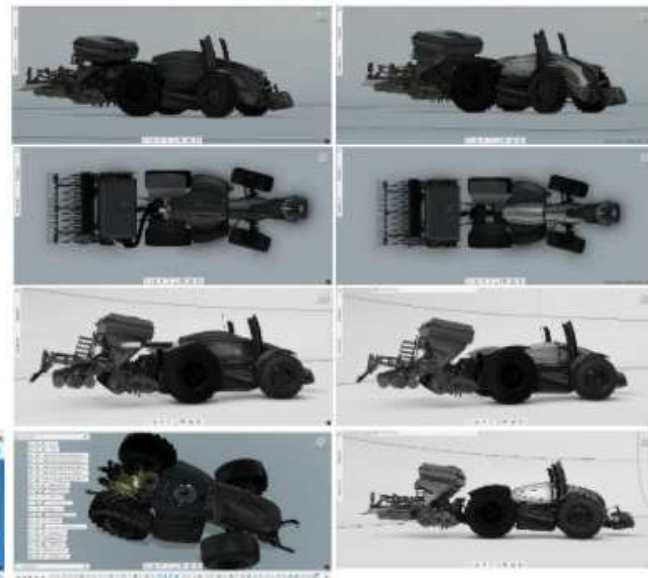
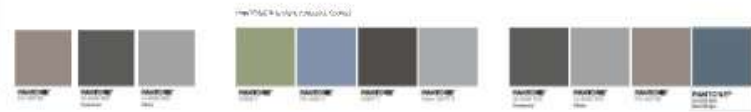
создание модели в 3ds max



создание модели в 3ds max



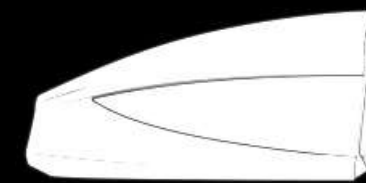
создание модели в 3ds max



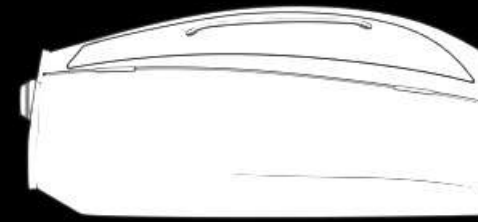
OPIS ROZWIĄZANIA



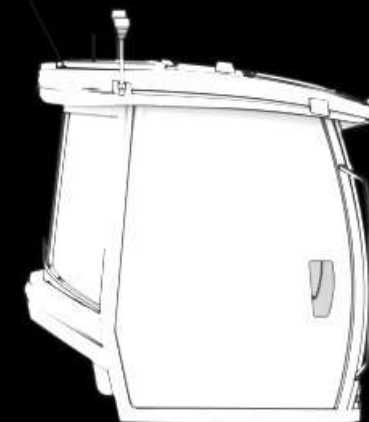
Projekt zakłada opracowanie koncepcyjnej serii ciągników funkcjonujących w zintegrowanym ekosystemie, opartym na modułowej platformie umożliwiającej elastyczną adaptację do różnych zadań rolniczych. Kluczowym celem jest integracja zaawansowanych technologii rolnictwa precyzyjnego, autonomicznych systemów sterowania oraz inteligentnej komunikacji między maszynami, co pozwala na optymalizację pracy i zwiększenie efektywności operacyjnej. Dzięki zastosowaniu wymiennych modułów, konstrukcja zapewnia możliwość dostosowania pojazdu do specyficznych wymagań użytkownika



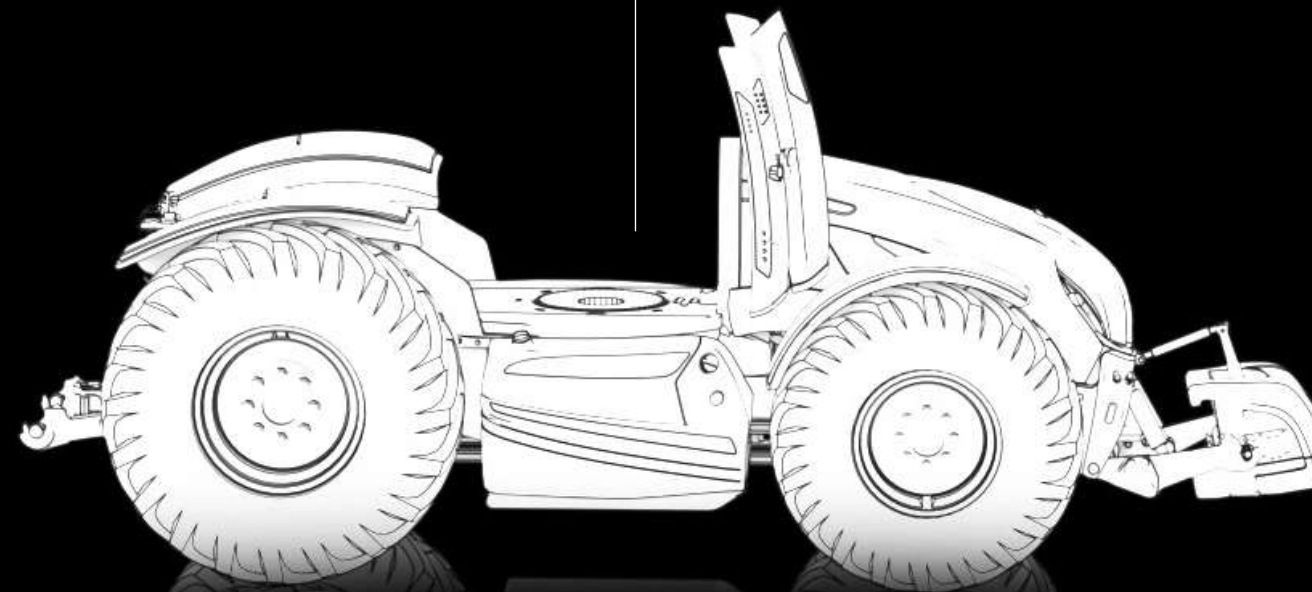
OSŁONA



MODUŁ OSPRZĘTU



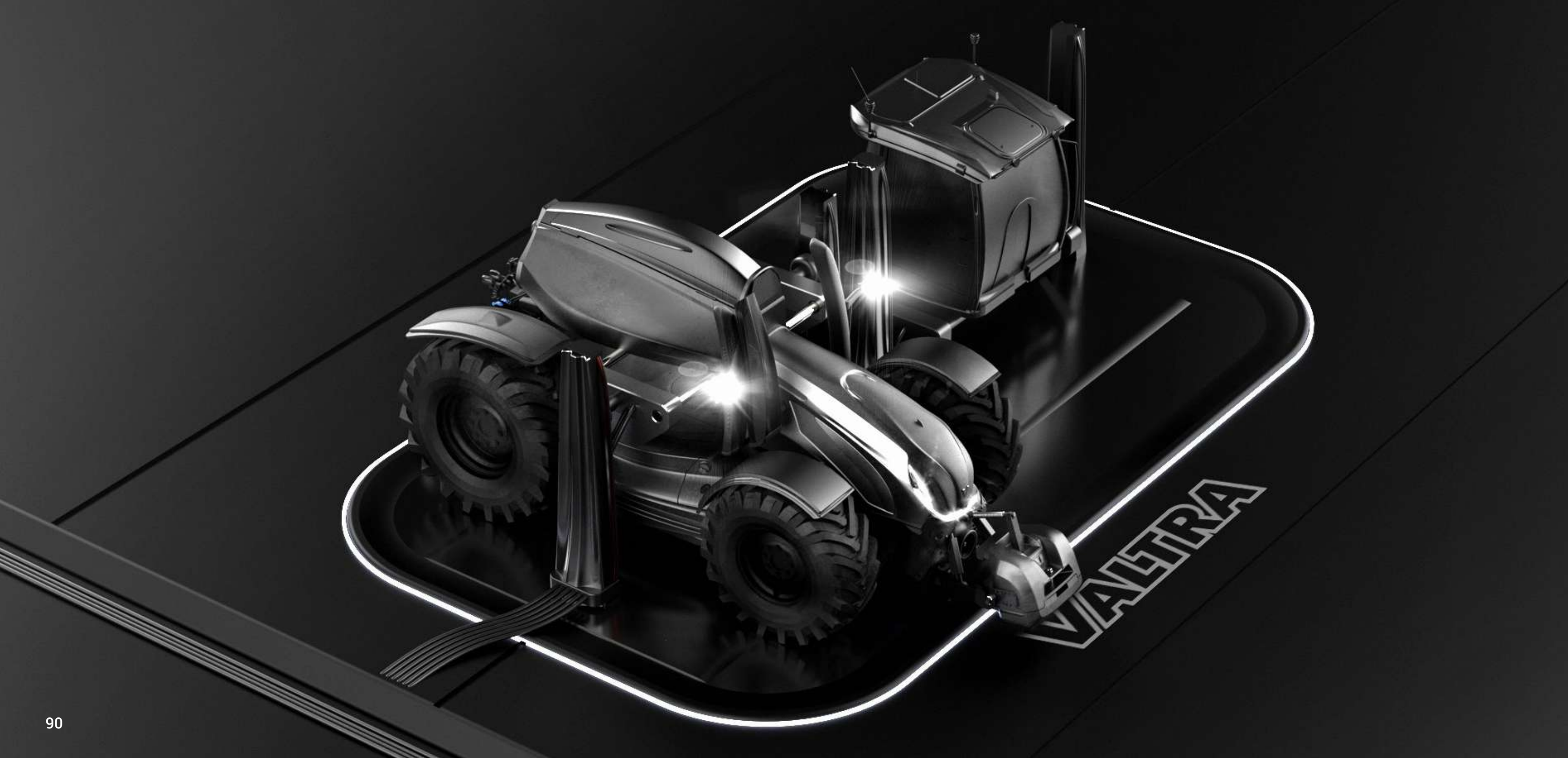
MODUŁ KABINY

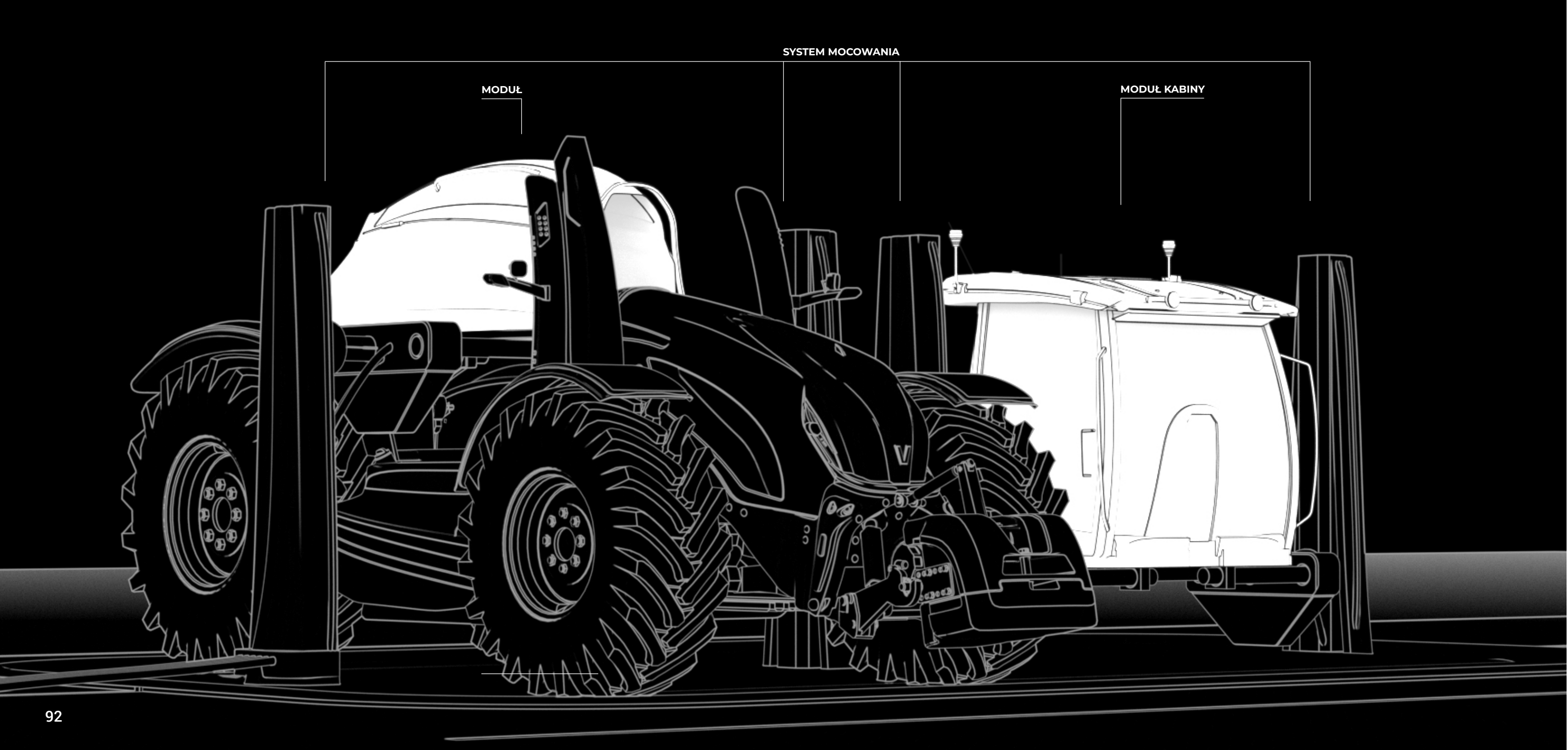


KONCEPCJA MODUŁOWA

Przedstawiona grafika ilustruje trzy potencjalne moduły wymienne systemu ciągnika: moduł kabiny, moduł osprzętu oraz osłonę. Jednakże, naturalnym założeniem w koncepcji jest możliwość dalszej rozbudowy i dostosowania do różnorodnych zastosowań.

System modułowy umożliwia wprowadzenie dodatkowych elementów, które mogą rozszerzyć funkcjonalność maszyny i osprzętu, zakładając rozwój samym maszyn dostosowanych do systemu.





SYSTEM MOCOWANIA

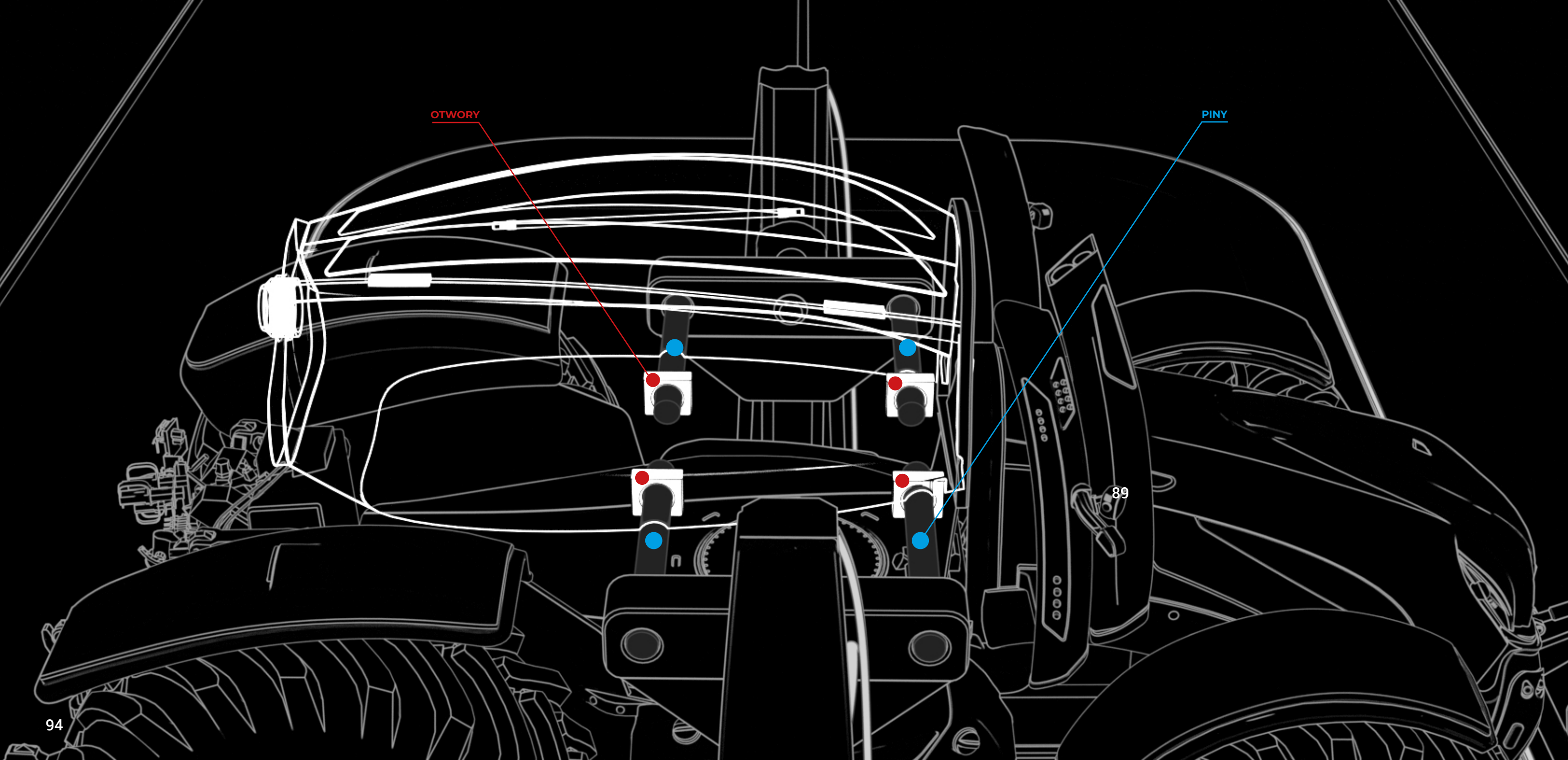
MODUŁ

MODUŁ KABINY

WYMIANA MODUŁÓW

Montaż modułów odbywa się w dedykowanej stacji serwisowej, która pełni również funkcję przechowywania poszczególnych komponentów. Dzięki precyzyjnemu systemowi mocowania użytkownik może szybko i bezpiecznie dokonywać wymiany modułu roboczego oraz kabiny w zależności od specyfiki wykonywanej pracy.

Stacja umożliwia sprawny proces rekonfiguracji pojazdu, eliminując konieczność transportowania dodatkowych części w inne miejsce. Moduły przechowywane są w pozycji gotowej do montażu, co minimalizuje czas przestoju i zwiększa efektywność operacyjną.



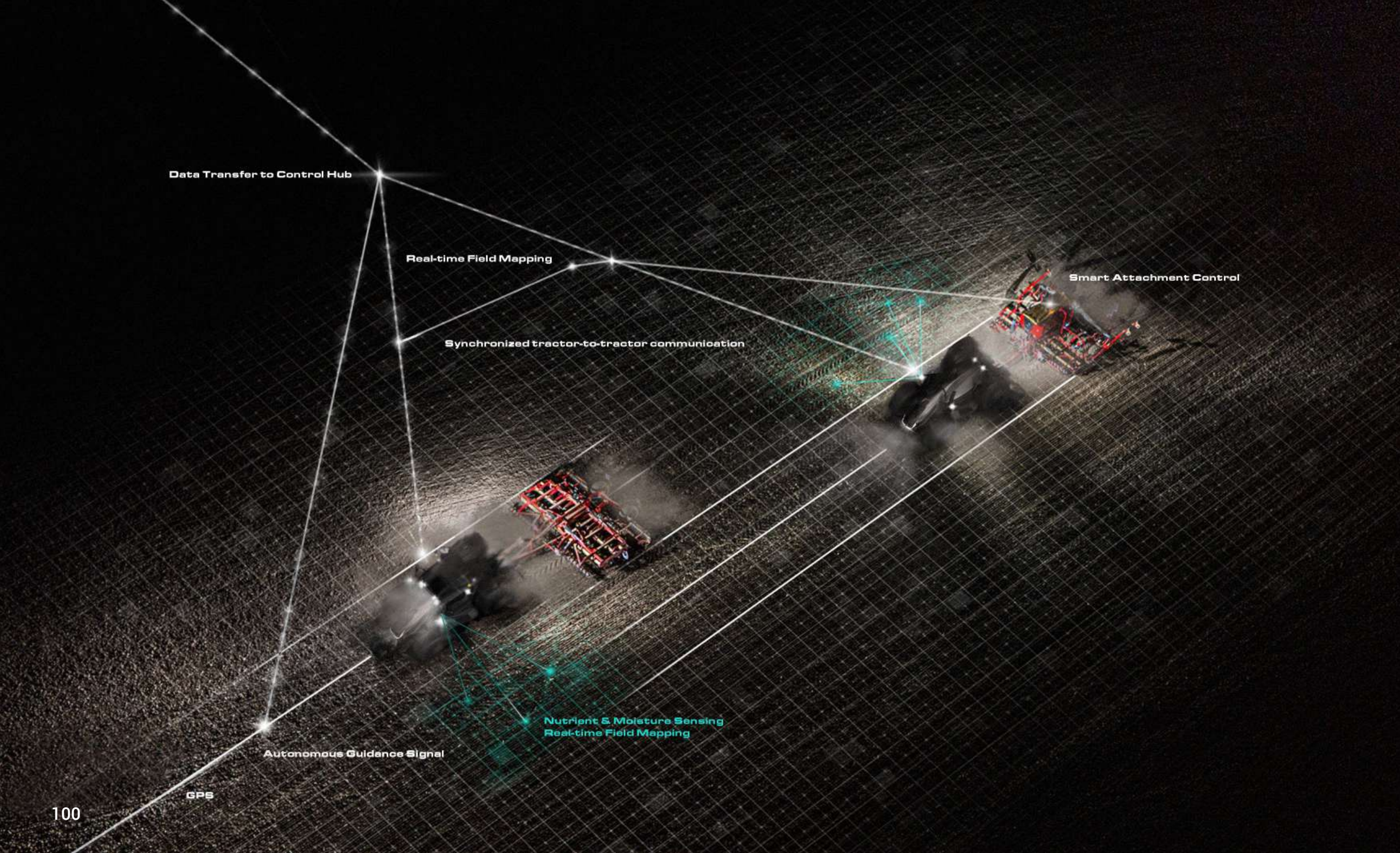
SYSTEM MONTAŻU I PODNOSZENIA

Proponowany system wymiany modułów opiera się na lekkim uniesieniu komponentu na platformie ciągnika przy użyciu układu hydraulicznego. Pod modułem znajdują się specjalne otwory, które precyzyjnie dopasowują się do pinów wsuwanych przez stację serwisową.

Gdy piny znajdą się na miejscu, stacja podnosi cały moduł, umożliwiając ciągnikowi swobodne wyjechanie spod konstrukcji. Dzięki temu proces wymiany odbywa się w sposób szybki, stabilny i minimalizujący ryzyko błędów montażowych.





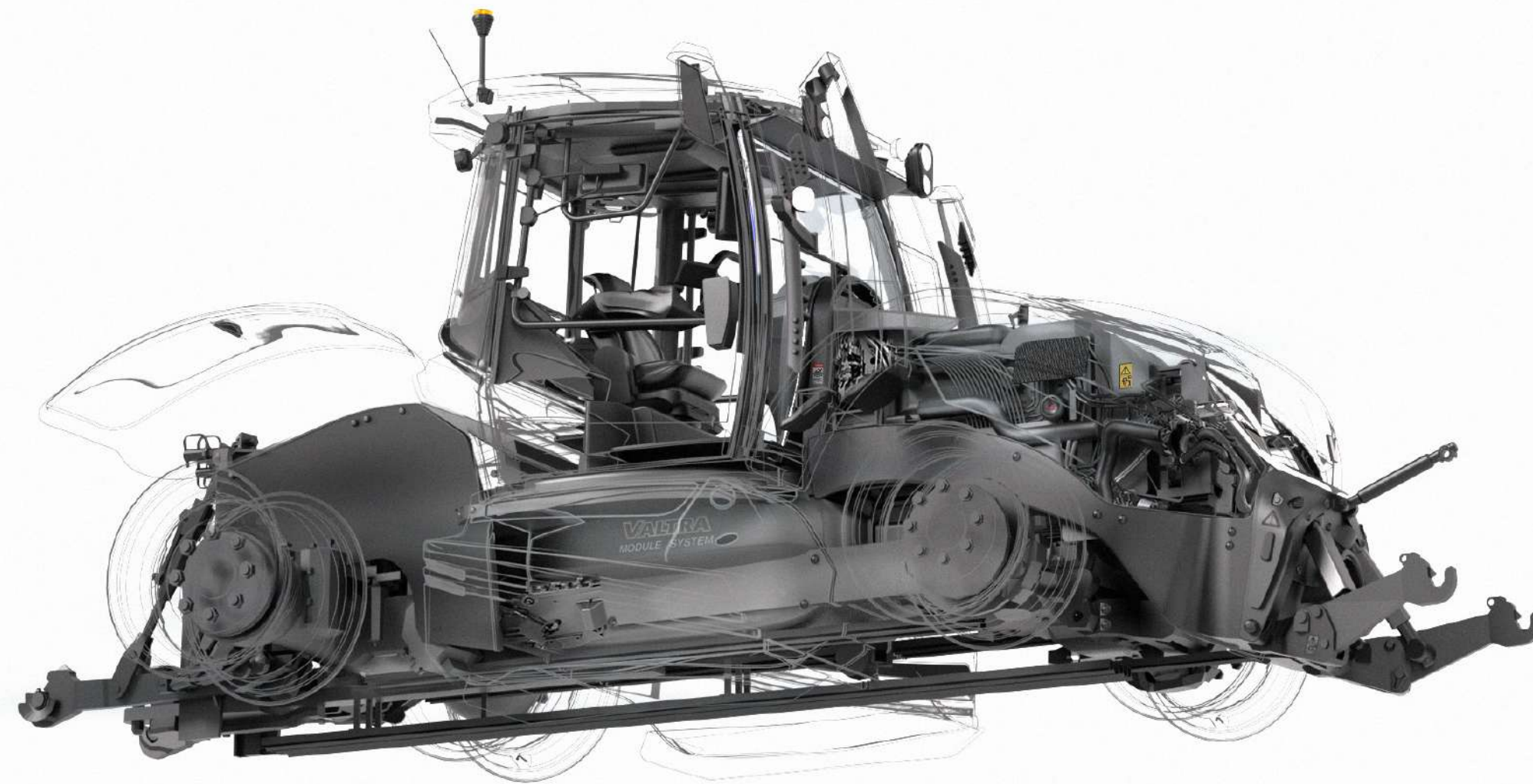
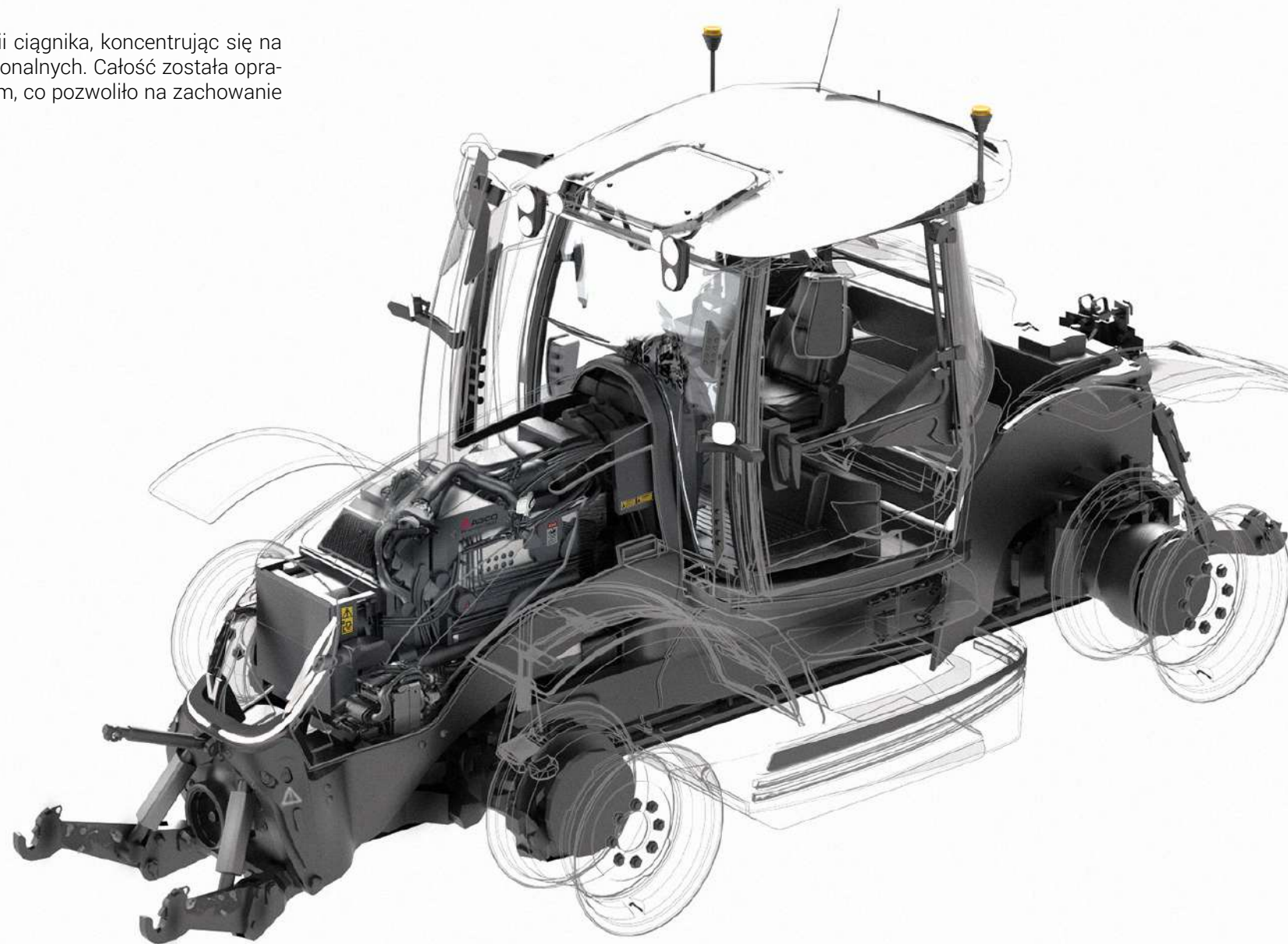


KONCEPCJA ZAUTOMATYZOWANEGO ROLNICTWA PRECYZYJNEGO

Przedstawiona wizualizacja ilustruje koncepcję autonomicznego zarządzania pracami polowymi, wykorzystując nowoczesne technologie rolnictwa precyzyjnego. System obejmuje synchronizowaną komunikację między ciągnikami, inteligentne sterowanie osprzętem, mapowanie terenu w czasie rzeczywistym oraz analizę gleby pod kątem wilgotności i składników odżywczych. Kluczowym elementem jest transfer danych do centralnego systemu zarządzania oraz precyzyjne naprowadzanie maszyn dzięki sygnałom GPS.

INŻYNIERIA

Projekt uwzględnia kluczowe aspekty inżynierii ciągnika, koncentrując się na istotnych elementach konstrukcyjnych i funkcjonalnych. Całość została opracowana na uproszczonym modelu technicznym, co pozwoliło na zachowanie spójności koncepcji i realizmu.







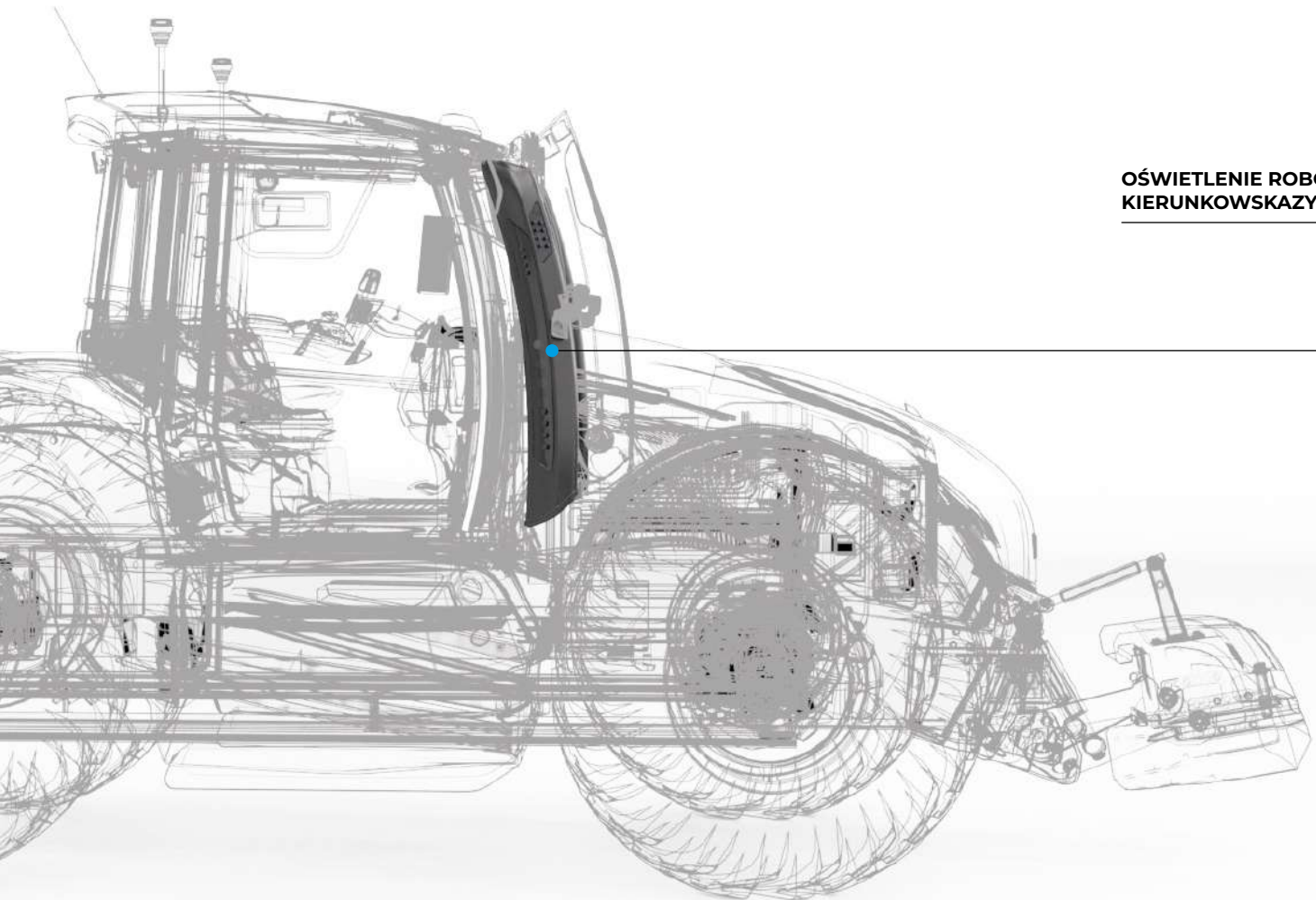




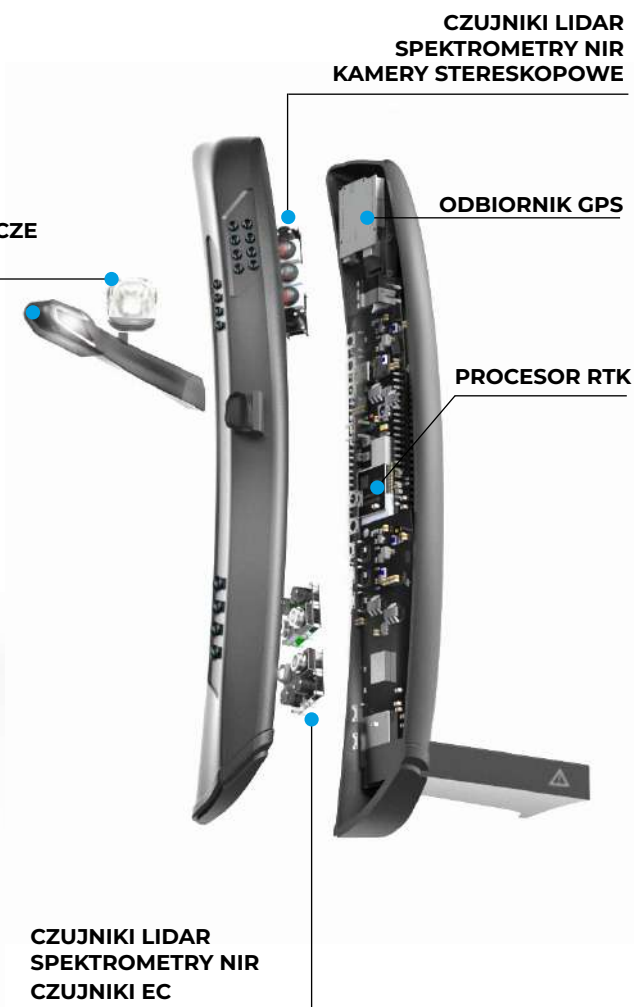


CZUJNIKI

Czujniki autonomiczne i rolnictwa precyzyjnego zostały umieszczone w pionowych modułach znajdujących się po bokach kabiny.



OŚWIETLENIE ROBOCZE
KIERUNKOWSKAZY



CZUJNIKI LIDAR
SPEKTROMETRY NIR
CZUJNIKI EC

CZUJNIKI LIDAR
SPEKTROMETRY NIR
KAMERY STERESKOPOWE

ODBIORNIK GPS

PROCESOR RTK



Czujniki zamontowane po bokach maszyny skanują teren w czasie rzeczywistym, przesyłając zebrane dane do systemu sterowania. Informacje te mogą być wykorzystywane do optymalizacji pracy ciągnika, automatycznej regulacji wysokości osprzętu lub dostosowania parametrów pracy w zależności od warunków terenowych.

OBSZAR SKANOWANIA



OBSZAR SKANOWANIA

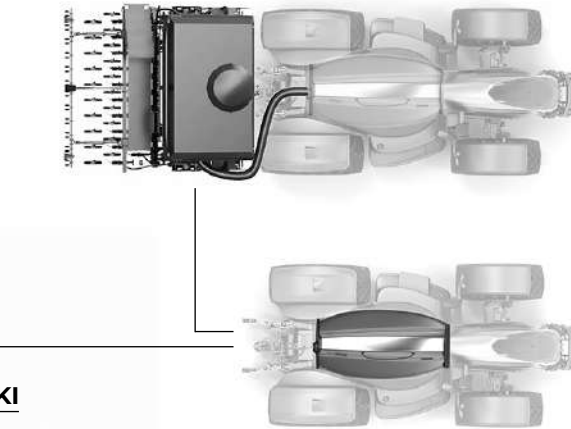
Platforma zapewnia odpowiednio dużo miejsca na sensowne zbiorniki rozszerzające pojemność osprzętu, co pozwala na dłuższą i bardziej efektywną pracę. Zbiorniki te są mocowane w sposób analogiczny do kabiny,

ZŁĄCZE MODUŁÓW

CZUJNIKI

PLATFORMA

CZUJNIKI



MODUŁ ROZSZERZAJĄCY POJEMNOŚĆ SIEWNIKA

Po podpięciu zbiornika rozszerzenia możliwe jest zamontowanie osprzętu i jego integracja ze zbiornikiem za pomocą rur transportujących materiał siewny. Analogiczny system powinien działać również w przypadku rozsiewaczy i opryskiwaczy.

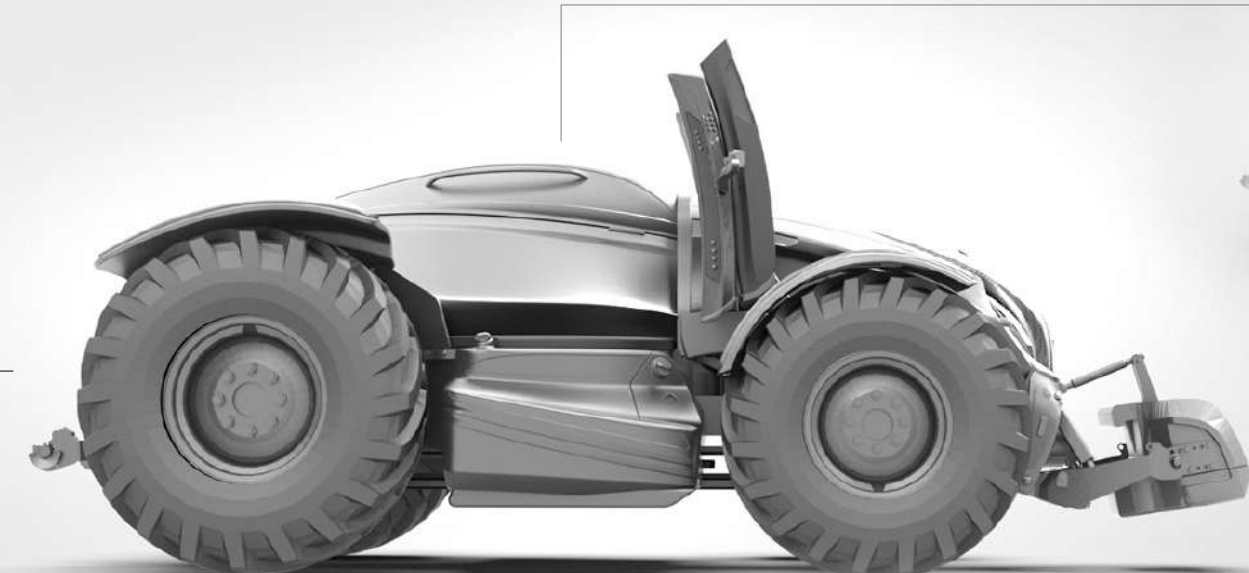
RURA TRANSPORTUJĄCA MATERIAŁ SIEWNY



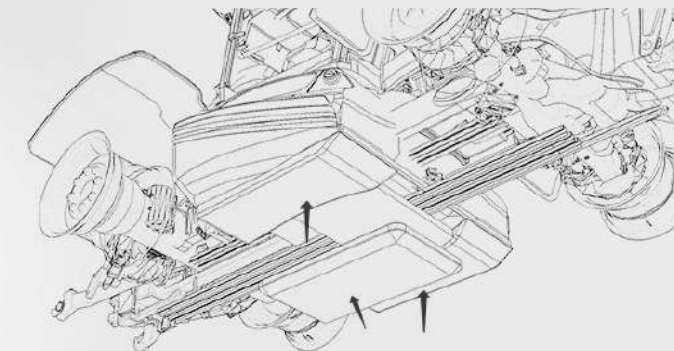
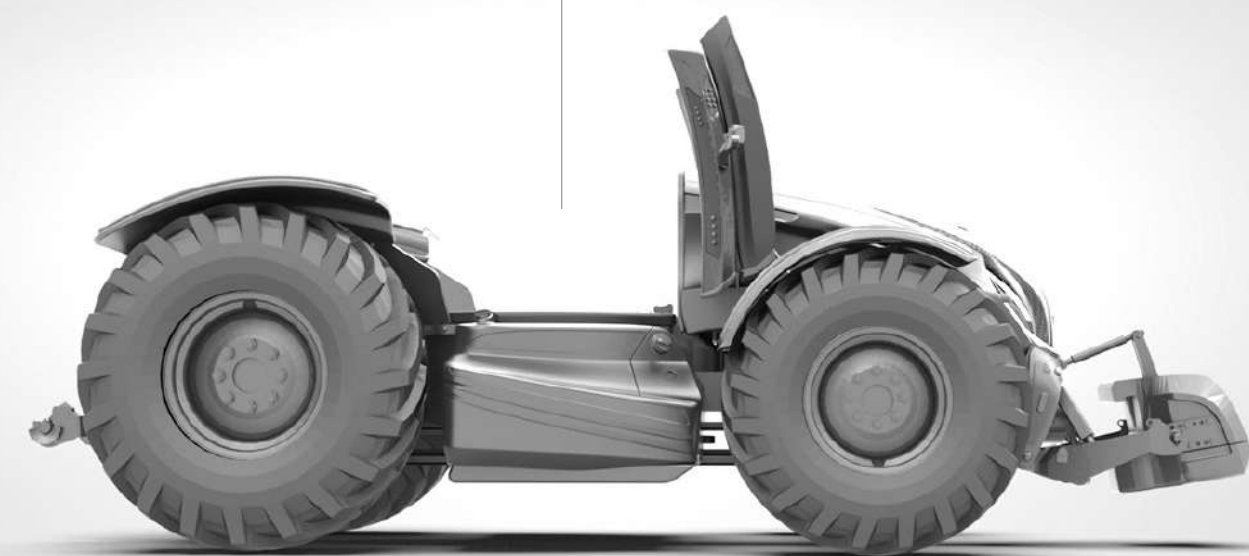
ZBIORNIK MATERIAŁU SIEWNEGO



MODUŁ ROZSZERZAJĄCY



Jedna z pierwszych wersji kabi

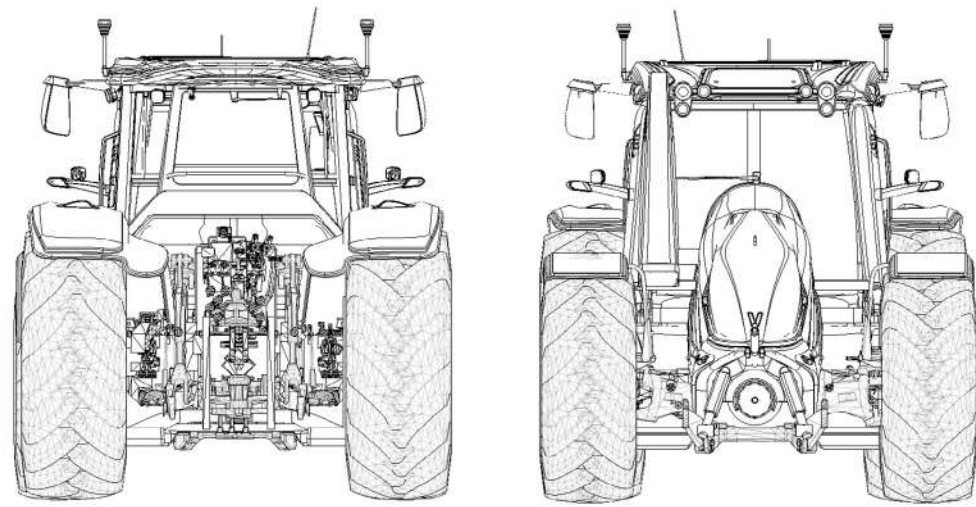
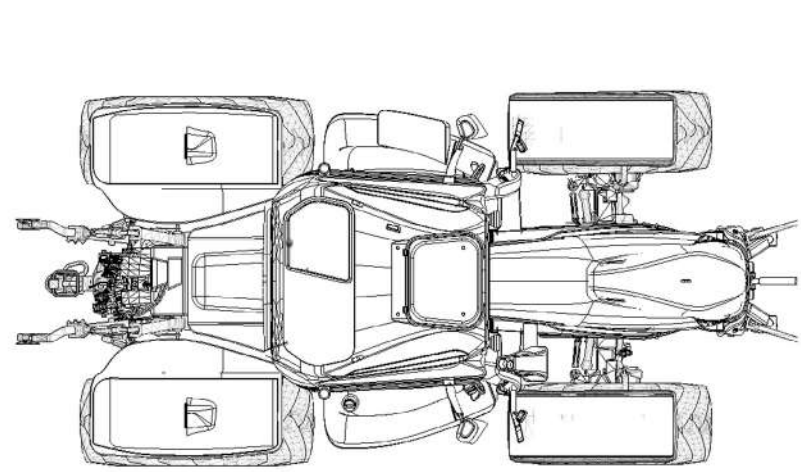


KOREKTA MASY

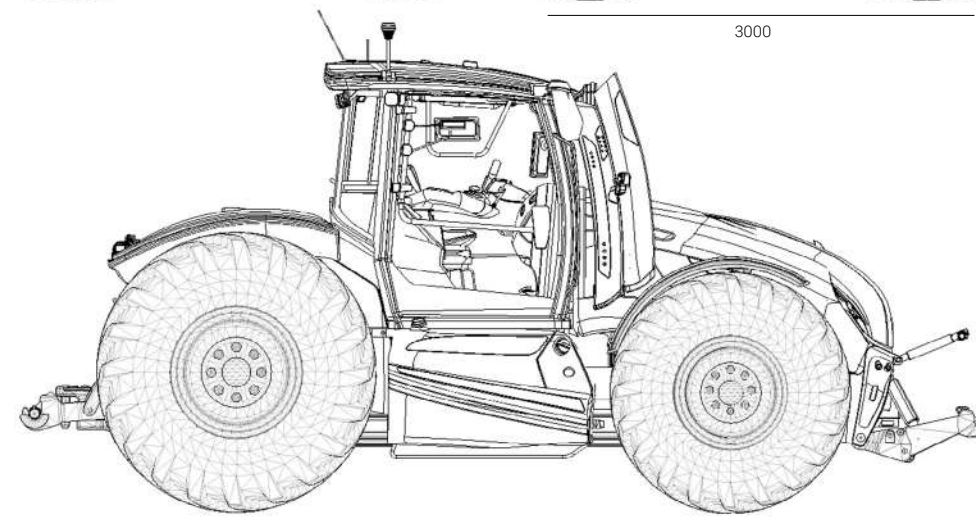
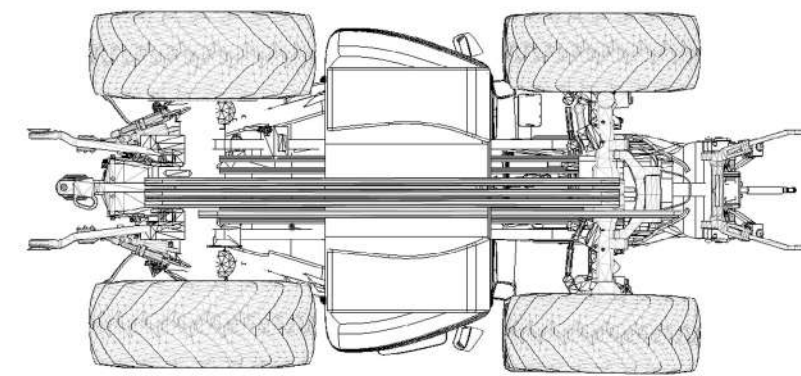
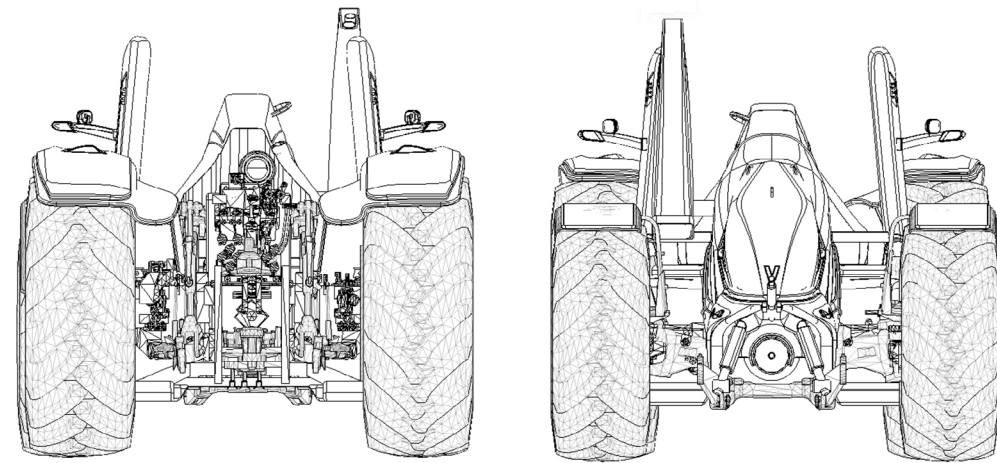
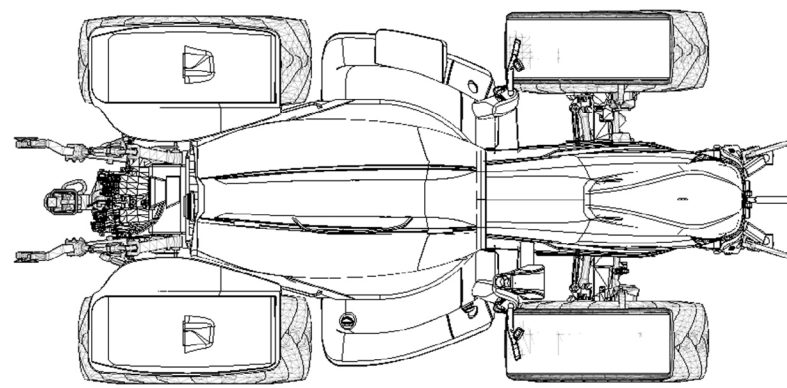
W przypadku wersji autonomicznych konieczna jest korekta masy poprzez zastosowanie obciążników ramowych. Brak kabiny i operatora zmienia rozkład masy pojazdu, co może wpływać na jego stabilność i przyczepność. Obciążniki pozwalają zachować optymalne parametry trakcyjne oraz dostosować środek ciężkości do specyfiki pracy i podłączonego osprzętu.



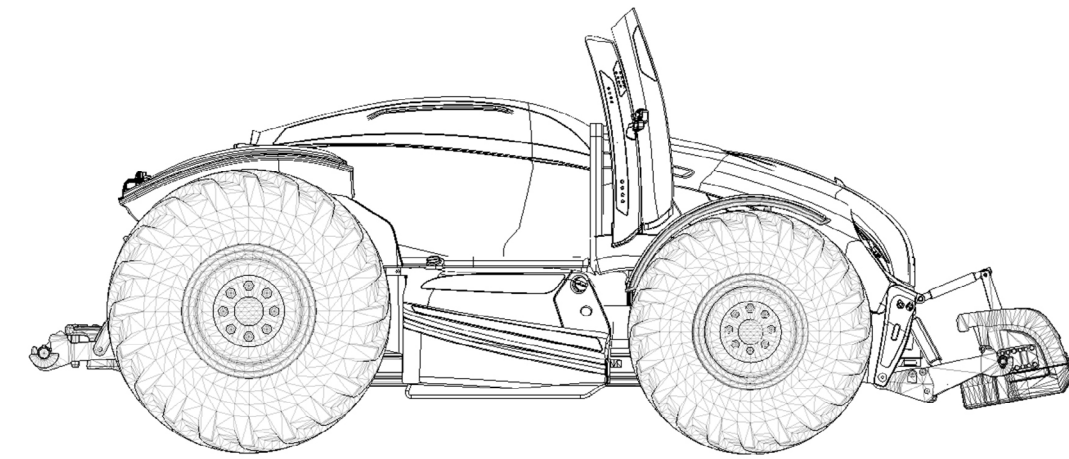


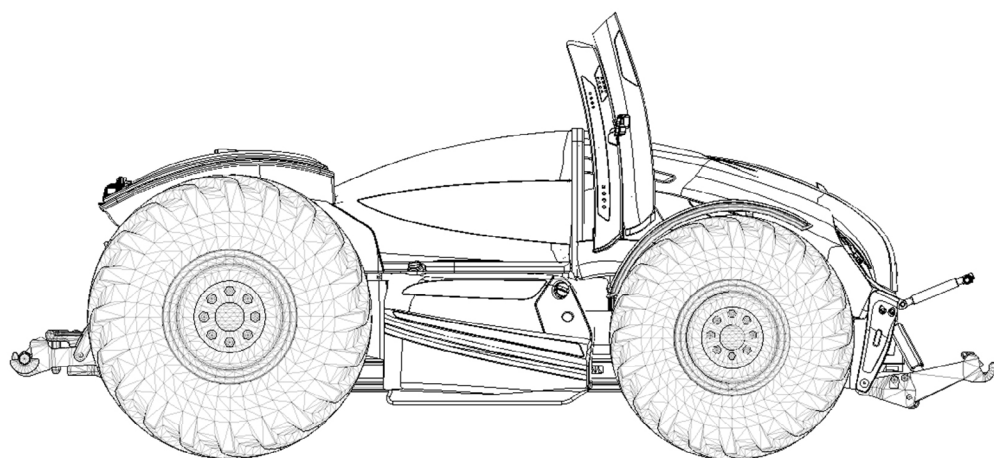
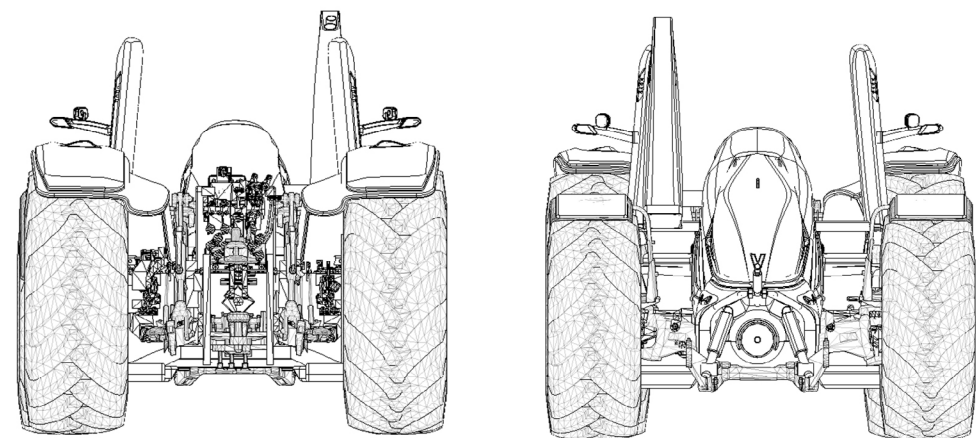
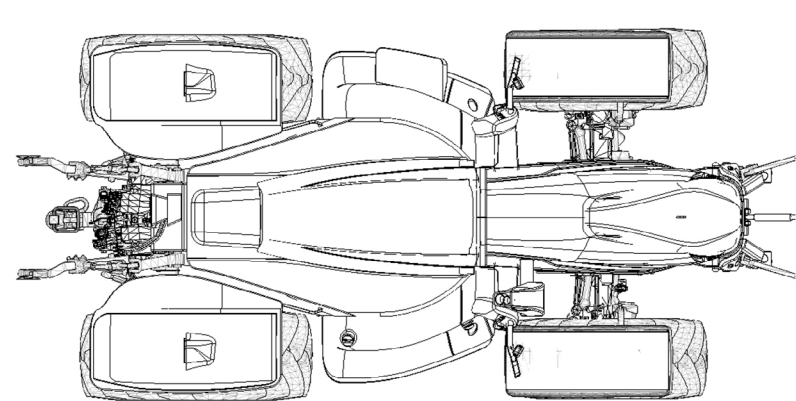


3000



5000





WIZUALIZACJE















ABSTRAKT

Projekt koncepcyjny ciągnika rolniczego stanowi próbę połączenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych z estetyką wzornictwa przemysłowego. Głównym celem pracy było zaprojektowanie maszyny dostosowanej do nowoczesnych wymagań rolnictwa precyzyjnego, z naciskiem na ergonomię, funkcjonalność i modułowość konstrukcji. Projekt bazuje na rzeczywistych parametrach technicznych, integrując technologie autonomiczne oraz systemy optymalizacji pracy na polu. Szczególną uwagę poświęcono spójności stylistycznej, inspirować się charakterystycznymi cechami marki Valtra. Koncepcja uwzględnia również przyszłe kierunki rozwoju rolnictwa oraz możliwości adaptacji do zmieniających się warunków technologicznych i środowiskowych. Projekt stanowi przykład ewolucyjnego podejścia do wzornictwa maszyn rolniczych, łącząc nowoczesne rozwiązania z praktycznymi aspektami użytkowania.

ABSTRACT

The conceptual design of the agricultural tractor is an attempt to combine innovative technological solutions with the aesthetics of industrial design. The main objective of the project was to develop a machine tailored to the modern requirements of precision agriculture, with a focus on ergonomics, functionality, and modular construction. The design is based on real technical parameters, integrating autonomous technologies and fieldwork optimization systems. Special attention was given to stylistic coherence, drawing inspiration from the distinctive features of the Valtra brand. The concept also considers future agricultural development trends and adaptation possibilities to evolving technological and environmental conditions. The project serves as an example of an evolutionary approach to agricultural machinery design, blending modern solutions with practical usability aspects.

SPIS ILUSTRACJI

Ilustracja 1 - <http://www.tugboatlars.se/Munktells2024.htm>
Ilustracja 2 - <https://www.valtra.pl/blog/historia/od-valmeta-do-Valtry-Historia-ciagnikow-duzej-mocy.html>
Ilustracja 3 - <https://www.agrotesty.pl/valmet-8150-1995-2001-dane-techniczne/>
Ilustracja 4 - <https://profitechnika.pl/aktualnosci/claas-xerion-nowa-generacja-przekladni-i-wydajniejsza-hydraulika-2353712>
Ilustracja 5 - <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/xerion-12000/629923>
Ilustracja 6 - <https://www.tractorfan.pl/machine/case-ih/quadtrac-620/>
Ilustracja 7 - <https://profitechnika.pl/aktualnosci/wydajnosc-i-efektywnosc-nowy-quadtrac-715-case-ih-2493739>
Ilustracja 8 - <https://na-pulpit.com/ciagnik-ferguson-massey-rtolniczy-8737>
Ilustracja 9 - <https://euromasz.pl/nowe-ciagniki-rolnicze-massey-ferguson-seria-mf-9s/>
Ilustracja 10 - <https://agroespanol.com/nacional/el-primer-tractor-del-mundo-propulsado-por-metano-y-otras-curiosidades-de-fima-2020/>
Ilustracja 11 - <https://www.maszynydlafarmera.pl/agrihandler-z-autonomicznymi-ciagnikami-marki-agxeed-na-agro-show-2023-w-bednarach/agbot-5-115-t2/>
Ilustracja 12 - <https://www.okiemrolnika.pl/na-co-zwrocic-uwage-podczas-wyboru-ciagnika-do-firmy-uslugowej>
Ilustracja 13 - <https://www.agromit.pl/aktualnosci/rolnictwo-precyzyjne-to-wspomaganie-decyzji-onawozeniu>
Ilustracja 14 - <https://www.openpr.com/news/2963335/autonomous-tractors-market-2023-top-companies-overview>
Ilustracja 15 - <https://www.google.pl/maps/preview>
Ilustracja 16 - <https://www.facebook.com/ValtraDesignChallenge/>
Ilustracja 17 - <https://agrihandler.pl/gorace-nowosci-od-jcb-oto-maszyny-podnoszace-wydajnosc-pracy-na-nieznany-dotychczas-poziom/>
Ilustracja 18 - <https://www.valtra.pl/produkty/seriaq.html>
Ilustracja 19 - <https://www.modhoster.de/mods/john-deere-8r-chiptuned-sounduberholung-mit-turbo>
Ilustracja 20 - <https://www.maszynydlafarmera.pl/jak-zaoszczedzic-do-5-tys-zl-rocznie-na-paliwie-sprawdzamy-na-przykladzie-ciagnika-john-deere-7r/>
Ilustracja 21 - <https://www.agrofakt.pl/sciezki-technologiczne-a-szerokosc-opon/>

BIBLIOGRAFIA

Źródła internetowe

John Deere Precision Agriculture – <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/>
Case IH Precision Farming – <https://www.caseih.com/northamerica/en-us/products/advanced-farming-systems>
Agricultural Robotics and Precision Farming – <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/precision-agriculture>
John Deere Rolnictwo przyszłości – <https://www.deere.pl/pl/maszyny-rolnicze/rolnictwo-przyszlosci/>
New Holland T6 Methane Power – <https://agriculture.newholland.com/pl-pl/europe/produkty/ciagniki-rolnicze/t6-methane-power>
Agritechnica 2023 – <https://www.topagrar.pl/articles/targi-wystawy/agritechnica-2023-gigantyczne-ciagniki-roboty-i-paliwa-alternatywne-2497870>
Valtra - <https://www.valtra.pl/>



DZIĘKUJĘ

Dziękuję Panu dr Piotrowi Hojdzie za konsultacje oraz możliwość realizacji tego tematu.

