



**Kamil Kozik**

Projekt plecaka do biegów długodystansowych

**prof. Czesława Frejlich**

**mgr. Karol Cyrulik**

Katedra Projektowania Ergonomicznego

Pracownia Projektowania Ergonomicznego

studia stacjonarne 1. st., rok IV, rok akademicki 2019/2020

## **SPIS TREŚCI**

### **01\_WSTĘP**

Bieg-rys historyczny  
Biegi górskie

### **02\_ANALIZA**

Problematyka  
Analiza rynku  
Analiza ekwipunku  
Analiza ciała podczas biegu

### **03\_KONCEPCJE**

Koncepcja 01  
Koncepcja 02  
Koncepcja 03  
Rozwój koncepcji

### **04\_PROJEKT**

Szkice koncepcyjne  
Fotografie  
Funkcjonalności  
Technologie  
Wykroje  
Elementy tworzywowe  
Wymiarownie

### **07\_ABSTRAKT**

### **06\_BIBLIOGRAFIA**

A black athletic top with orange accents is shown against a bright orange background. The top features a distinctive orange heart-shaped detail at the neckline and orange panels on the sides. The text "01\_WSTĘP" is overlaid in white on the top.

**01**\_WSTĘP

## BIEG RYS HISTORYCZNY

Bieganie jest drugą naturą człowieka. Nasze ciało – kształt stóp, długości kończyn, wspaniałe ścięgno achillesa, czy doskonała termoregulacja – są wynikiem ewolucji, która przystosowała nas do długodystansowych biegów. Christopher McDougall w bestsellerze „Urodzeni biegacze” opisuje zmiany adaptacyjne człowieka, który, aby przetrwać, musiał być zdolny do tak zwanego polowania uporczywego, polegającego na podążaniu za zwierzyną do czasu zupełnego jej zmęczenia lub przegrzania. Teorię tę potwierdzają również badania Polaków. W swojej rozprawie naukowej „Homo przypadkiem sapiens” Konrad Fiałkowski i Tadeusz Bielicki wysnuli teorię, według której szybkie zmiany ewolucyjne naszego przodka z gatunku Homo Erectus, nastąpiły właśnie ze względu na polowania uporczywe. Polowania te miały miejsce pośród stepów tropikalnych Afryki Wschodniej i poza zmniejszeniem negatywnych skutków przegrzania organizmu, obejmowały również wzrost objętości mózgu

Zgodnie z tą teorią, adaptacja do wytrwałych biegów stała się pre adaptacją do myślenia. Można więc powiedzieć, że to bieganie stało się zarzewiem całej naszej cywilizacji. Być może dlatego nawet w obecnych czasach, gdy aby zdobyć pożywienie wystarczy zejść do sąsiedniego sklepu, ta forma ruchu zamiast odejść w niepamięć, stała się permanentną częścią naszej kultury i dnia codziennego.

### **BIEGI GÓRSKIE**

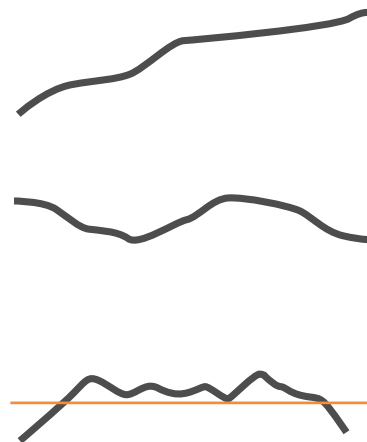
Ludzie kultywują bieg jako formę sportu. Bieganie jest fundamentem dla wielu dyscyplin sportowych oraz jedną z podstawowych aktywności, wpływających na rozwój ludzkiej kondycji i utrzymanie organizmu w stanie zdrowia. Ma ono znaczący wpływ na nasze samopoczucie. Podczas tej aktywności możemy zredukować poziom stresu, poprawić wydolność naszego serca czy wzmocnić układ krążenia. Pośród wielu z aktywności sportowych obejmujących bieg, to właśnie długodystansowe bieganie w terenie wydaje się najbardziej naturalną, najbardziej adekwatną historycznie, a dla mnie osobiście, najbardziej emocjonującą i wymagającą gałęzią tej aktywności. Uprawianie jej w naturalnie ukształtowanym środowisku – na górskich graniach, w potężnych dolinach rzek, czy na stromych przełęczach – jest doskonałym pretekstem do sprawdzenia swoich możliwości fizycznych i psychicznych, łącząc wysiłek z przebywaniem w środowisku naturalnym. Na przestrzeni lat rozwinęły się różne odmiany długodystansowego biegania w terenie.

**STYL ALPEJSKI**, w którym zakłada się jedynie możliwość podbiegów. Najczęściej takie biegi zaczynają się w dolinie a kończą na szczycie.

**STYL ANGLOSASKI** jest uzupełnieniem stylu alpejskiego.

W czasie biegów anglosaskich uczestnicy poza podbiegami, muszą być gotowi nagenerujące ogromne obciążenia zbiegi. Stąd też najczęściej start i meta znajdują się w tym samym punkcie naszej trasy.

**SKYRUNNING** jest odmianą biegów wysokogórskich, w której uczestnicy biegną nawet powyżej 4000 metrów nad poziomem morza. Trasy skyrunningu biegną poprzez wąskie ścieżki, lodowce, piargi czy granie.



A black tactical vest with yellow accents, laid flat against an orange background. The vest features a central zipper, multiple straps with buckles, and a yellow X-shaped detail at the top. The text "02\_ANALIZA" is overlaid in the center.

## 02\_ANALIZA



## PROBLEMATYKA

Z uwagi na rosnącą popularność biegów wysokogórskich, oraz własne doświadczenie w tym sporcie, zdecydowałem się zaprojektować produkt który poprawi komfort biegania z ekwipunkiem. Na ten moment biegacze wykorzystują do tego celu plecaki oraz kamizelki. Celem mojej pracy jest próba przededefiniowania sposobu przenoszenia obciążeń przez biegacza. Zależy mi aby projekt w innowacyjny sposób rozwiązywał najistotniejsze problemy biegaczy górskich. Ze względu na obszerność dziedziny, ilość problemów projektowych oraz stopień mnogość wymagań, pomysł ten wydał mi się dobrym pretekstem do sprawdzenia swoich umiejętności projektowych w ramach pracy licencjackiej. Zaprojektowanie własnej odpowiedzi na ten temat traktuję jako wyzwanie, a ze względu na doświadczenia osobiste z bieganiem górskim – przygodę, która może pomóc mi dobiec do mety.

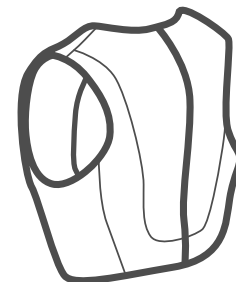


### **ANALIZA RYNKU**

Popularność biegów górskich, a tym samym rynek biegaczy górskich w Polsce i na świecie rośnie w niesamowitym tempie. Zgodnie z kalendarzem imprez ze strony biegigorskie.pl w samym 2019 roku, w całej Polsce odbyło się ponad 220 imprez biegowych, spośród których wiele organizowało dwa, trzy lub więcej różnych biegów. Wyszukiwania google trends pod hasłem „maraton górski” wskazują nieustające zainteresowanie tematem na terenie Polski, z lekkim wzrostem popularności w okresie 2019 roku. Rynek bagażu dla biegacza rośnie. Zgodnie z wyszukiwaniami z aplikacji google trends, popularność tego typu produktów w ostatnich latach wzrosła wielokrotnie. Na rynku istnieje obecnie wiele produktów przeznaczonych do przenoszenia ekwipunku podczas biegania. Największy z polskich sklepów e-commerce, grupa Allegro, po wyszukaniu frazy „plecak do biegania” oddaje 1373 oferty. Do kategorii zostały zaliczone także kamizelki. Po zapoznaniu się z ofertą rynkową, dochodzę do następującej konkluzji, rynek oferuje dwa typy bagażu biegacza: Kamizelki biegowe i plecaki do biegania.

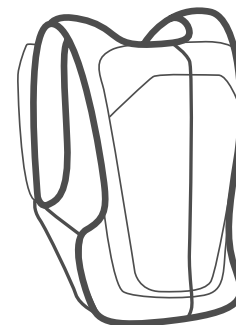
### **KAMIZELKI BIEGOWE.**

Jest to rozwiązanie przeznaczone do biegów na dystansach od 20 do 40 kilometrów, a ich pojemność plasuje się w przedziale od około 2,5 do 7 litrów. Głównym założeniem kamizelki jest przenoszenie płynów, batonów i żeli energetycznych. Największą przewagą kamizelki nad plecakiem, jest jej całkowite przyleganie do ciała.



### **PLECAKI DO BIEGANIA.**

Jest to rozwiązanie przeznaczone do wszystkich rodzajów biegów na dystansach powyżej 40 kilometrów. Czas pokonywania takiego dystansu wymaga zabrania większej ilości wody i pożywienia. Musi również uwzględniać zabranie zmiennej odzieży, czołówki czy innego ekwipunku niezbędnego do pozostawania w danych warunkach przez długi czas. Konstrukcja plecaka różni się od kamizelki powiększoną tylną przestrzenią nośną. Główną przewagą plecaka nad kamizelką jest pojemność.



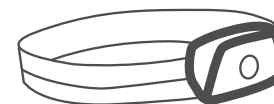
Z analizy jakościowej produktów wynika, że głównym parametrem różnicującym rozwiązania dostępne na rynku jest pojemność. Im dłuższy bieg tym pojemność plecaka/kamizelki powinna być większa, by zapewnić biegaczowi większy zapas pożywienia i wody. Inne parametry różnicujące produkty na rynku to obecność lub brak konkretnych rozwiązań:

- system H2O,
- miejsce na bidon,
- mocowanie kijków trekkingowych,
- pas piersiowy,
- pas biodrowy,
- elementy odblaskowe,
- gwizdek bezpieczeństwa,
- wyjście na kabel do słuchawek.

## ANALIZA EKWIPUNKU

Ekwipunek w dużej mierze zależy od dystansu jaki chcemy pokonać. Będzie wpływa na niego pogoda oraz rodzaj terenu po którym się poruszamy. Zależy również od osobistych preferencji oraz podejścia do biegu. Jednak najważniejszą i podstawową rzeczą jest uzupełnianie deficytu energetycznego. Podczas biegu ludzki organizm jest w stanie spalić od 600 do 1000 kcal na godzinę w zależności od intensywności wysiłku. Jest to równowartość pełnego posiłku dla przeciętnej osoby dorosłej. Aby uzupełnić takie zapotrzebowanie na energię biegacz powinien zabrać ze sobą wysokokaloryczne produkty spożywcze, np. batony białkowe, żele z węglowodanami. Kolejnym ważnym aspektem jest uzupełnienie płynów w ilości od 150 do 350 ml na 20 minut. Dodatkowo wyposażenie może obejmować

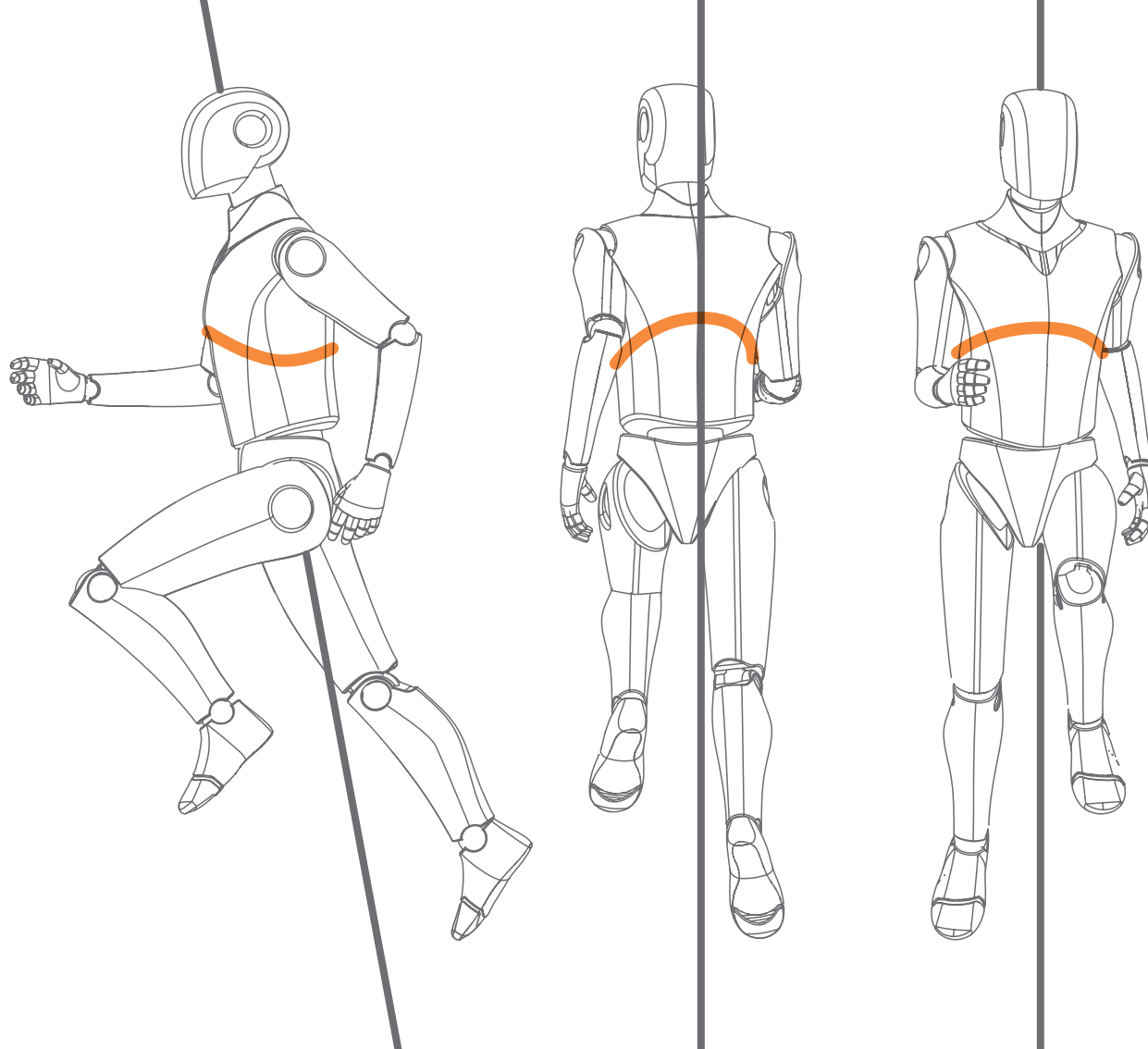
- odzież ochronną (cienka kurtka, czapka, komin),
- latarkę czołową,
- telefon
- urządzenia smart fitness
- portfel
- podstawowe dokumenty
- plastry, żel na obtarcia



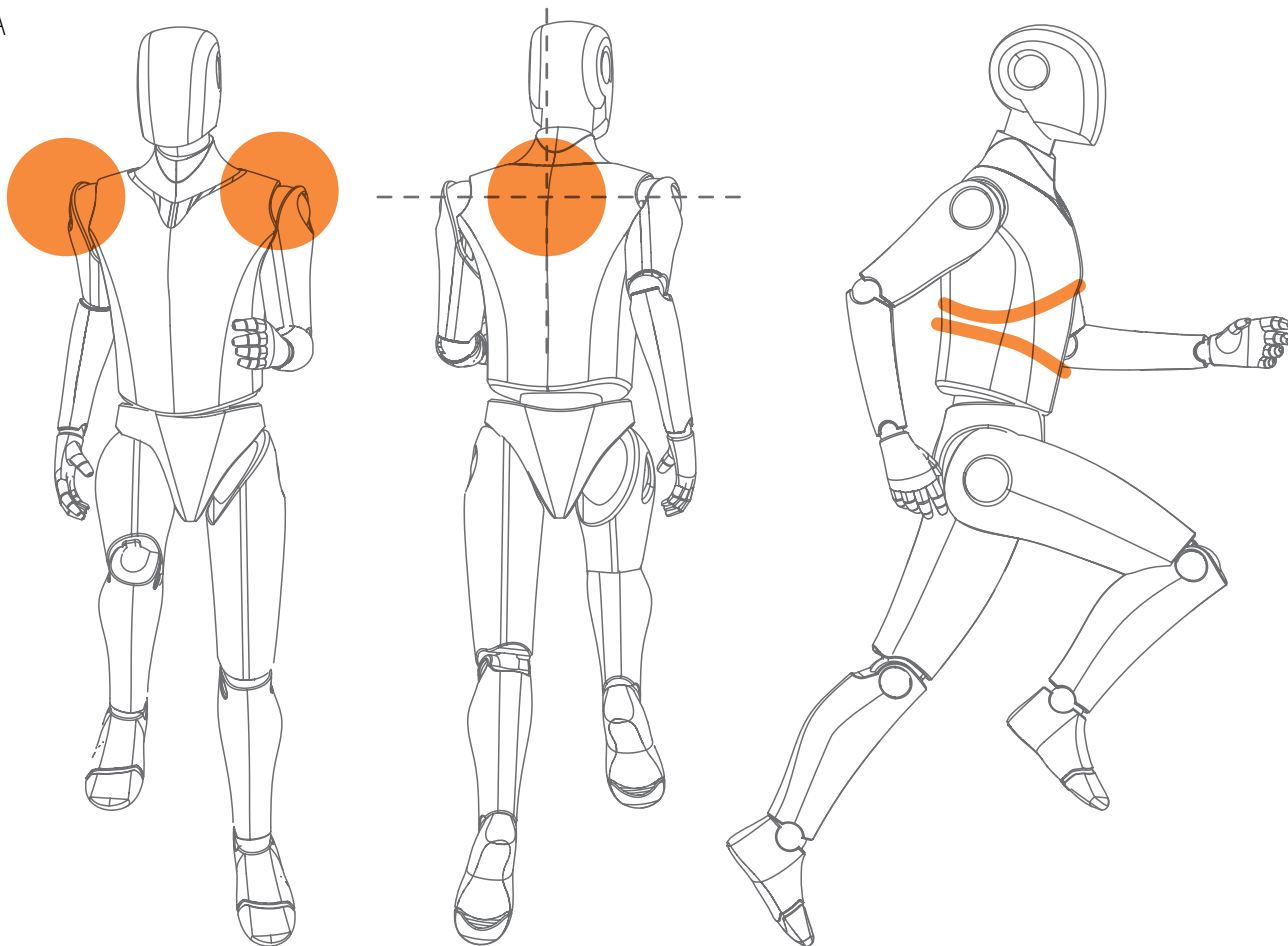
### **ANALIZA CIAŁA PODCZAS BIEGU**

Bieganie dzięki ewolucji stało się przykładem doskonałego procesu wykonywanego przez nasze ciało. Biorąc pod uwagę stopień złożoności ruchu układu kostnego i napięć poszczególnych mięśni, zdecydowałem rozłożyć ruch na pojedyncze płaszczyzny:

Podczas biegania układ ruchowy człowieka dąży do utrzymania środka ciężkości w jednym miejscu, dlatego ruchy wykonywane są naprzemiennie względem płaszczyzny strzałkowej. Są to przeciwstawne do siebie ruchy klatki piersiowej i miednicy, nóg oraz rąk. Kostna konstrukcja klatki piersiowej wyznacza stałą geometrię ruchu. Aby podczas dynamicznego przemieszczania się utrzymać równowagę, ciało musi pozostać pochylone do przodu.



## 02\_ANALIZA





## WNIOSKI

Rozkładając ruch biegacza na poszczególne elementy, możemy określić obszary na naszym ciele, możliwe do wykorzystania w projekcie plecaka biegowego.

- Ze względu na obszerny ruch ramion podczas biegu konstrukcja powinna zakładać uwolnienie obręczy barkowej.
- Środek ciężkości plecaka powinno wyznaczyć j statyczne miejsce ciała w czasie biegu. Jest to okolica przecięcia się osi kręgosłupa i osi ramion. To pozwoli uniknąć bezwładnego kołysania się ciężaru podczas biegu, powodującego nadmierną pracę kompensacyjną mięśni i otarcia naskórka.
- Geometria plecaka powinna opierać się na odcinku piersiowym i nie mieć kontaktu z lędźwiami, tak aby uniknąć zablokowania rotacji wzdłuż osi kręgosłupa.
- Linia żeber powinna wyznaczać przebieg konstrukcji przedniej części plecaka, tak by przepona była całkowicie wolna i wspomagała proces oddychania.



## 02\_ANALIZA

### ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Wynikiem powyższych analiz i obserwacji są następujące założenia projektowe:

#### FUNKCJONALNE

- konstrukcja pozwalająca na nieograniczony ruch w czasie biegu,
- uwolnienie obręczy barkowej oraz rotacji odcinka piersiowego
- dobre odprowadzenie ciepła,
- możliwość mocowania bukłaka, w systemie H2O,
- szeroki zakres regulacji,

#### TECHNICZNE

- konstrukcja z lekkim stelażem,
- pojemność 2,5-7 litrów,
- niska waga,
- niewielka powierzchnia styku z ciałem, osadzona wysoko na plecach,
- wodoodporność/ dodatkowy raincover,
- materiał odporny na przetarcia,
- miękkie wykończenie wewnętrznych stron,

#### STYLISTYCZNE

- forma podkreślająca konstrukcję,
- kolorystyka i materiały wpisujące się w obecne trendy sprzętu outdoorowego

The background is a solid orange color. Overlaid on this are faint, dark orange line drawings of architectural structures. On the right side, there is a more prominent sketch of a building's facade, showing a large, curved, possibly glass or metal structure with a grid-like pattern. On the left, there are several vertical, rectangular outlines, possibly representing columns or wall sections. The overall style is that of a conceptual architectural drawing.

# 03\_KONCEPCJE



### **KONCEPCJA\_01**

Pierwsza koncepcja zakładała użycie stelaża opierającego się na mięśniach czworobocznych, na wysokości kręgu C7. Między sztywnymi elementami konstrukcji rozpięta została elastyczna płachta ułatwiająca odprowadzanie ciepła. Od zewnętrznej strony przytwierdzona została przestrzeń ładunkowa, z wyraźnym ukierunkowaniem przestrzennym swojej masy ku górze. Pasy dociskające przestrzeń na ekwipunek rozciągnięte zostały wzdłuż dolnej linii odcinka piersiowego.

### **REZULTAT**

W wyniku testów na modelach w skali 1:1 okazało się, że punktowe zamocowanie ciężaru negatywnie wpływa na komfort noszenia plecaka. Dodatkowo przestrzeń mająca ułatwić odprowadzanie ciepła, jednocześnie odsuwała środek ciężkości od biegacza, co powodowało nadmierne kołysanie się ciężaru podczas biegu.





### KONCEPCJA\_02

W drugiej koncepcji, stelaż opierał się na linii obręczy barkowej. Na nim oparte zostały elastyczne pasy, na których spoczywał cały ciężar ekwipunku. W tym przypadku masa rozłożona została równomiernie z przodu i z tyłu ciała. Pasy dociskające przestrzeń na ekwipunek rozciągnięte zostały wzdłuż dolnej linii odcinka piersiowego.

### REZULTAT

Testy dowiodły, że ciężar ekwipunku spoczywający na elastycznych paskach, podczas biegu wprawiany był w drgania powodujące dyskomfort biegacza. Stelaż rozpięty wokół karku dawał wrażenie ograniczenia kręgów szyjnych, a podnoszenie rąk powodowało nachylenie ekwipunku i dociśnięcie go, skutkiem czego była zmniejszona ruchomość ramion.





### KONCEPCJA\_03

Problemy, które wyniknęły podczas testów poprzednich koncepcji w głównej mierze wynikały z zastosowania sztywnych elementów jako stelażu. Dlatego w kolejnych próbach zacząłem eksperymentować z elastycznymi materiałami z włókien kompozytowych. Doprowadziło to do powstania kolejnej koncepcji. Rolę stelażu w koncepcji trzeciej przejęły elastyczne pręty szklane, okalające przestrzeń od linii obojczyków po kręgi Th 8. Pomiędzy prętami zbudowana została przestrzeń nośna plecaka. Dzięki swojej sprężystości pręty dopasowały się do sylwetki.

### REZULTAT:

Po testach, uznałem koncepcję trzecią za najlepszą z dotychczasowych. Rozwiązanie okazało się najwygodniejsze oraz w najlepszy sposób odpowiadało na wcześniej sformułowane założenia projektowe. Zastosowanie prętów pozwala dobrze przenosić obciążenie oraz dopasować się do pleców. W czasie biegu nie następowały dodatkowe drgania, ani nadmierne bujanie, plecak pozostawał statycznie na swoim miejscu. Z tego względu ta koncepcja została wybrana jako ścieżka dalszego rozwoju projektu.





### **ROZWÓJ KONCEPCJI**

Po wyborze koncepcji przygotowywałem modele funkcjonalne, na których mogłem doskonalić geometrię oraz komfort użytkowania. Głównym zadaniem było znalezienie odpowiedniego sposobu prowadzenia prętów tak, aby w pełni wykorzystać właściwości materiału.



Po kilku próbach wypracowałem rozwiązanie, które pozwoliło na uzyskanie poniższych efektów:

- Krzyżowe prowadzenie elementów wymusza na nich wzajemne naprężenia. Pręty budują samonapinającą się konstrukcję, która uwalnia obręcz barkową oraz znajduje się w granicach obszaru wyznaczonego na etapie analizy.
- Rozciągnięta na konstrukcji tkanina buduje przestrzeń na ekwipunek, której środek ciężkości przesunięty jest wyraźnie ku górze w miejscu przecięcia się osi kręgosłupa i barków.
- Wzajemne oddziaływanie elastycznych prętów buduje sprzężnie zwrotne, w którym im większa ilość ekwipunku, tym większa siła dociskająca go do ciała i mniejszy ruch plecaka.
- Mała powierzchnia styku pozwala na dobre odprowadzenie ciepła ciała podczas biegu.

Ostateczny model plecaka stanowi bazę definiującą zarówno funkcjonalność jak i aspekty stylistyczne wynikające bezpośrednio z konstrukcji.





**04\_**PROJEKT

## MODEL PREZENTACYJNY

Na podstawie modeli funkcjonalnych opracowałem końcowy model prezentacyjny, który uwzględnia wszelkie poprawki wynikające ze wcześniejszych obserwacji. Geometria nie uległa zmianie, poddałem jednak analizie stylistykę obecnych rozwiązań na rynku akcesoriów dla biegaczy, tak by osadzić swój projekt w jego realiach.



04\_PROJEKT







04\_PROJECT

04\_PROJECT





04\_PROJECT

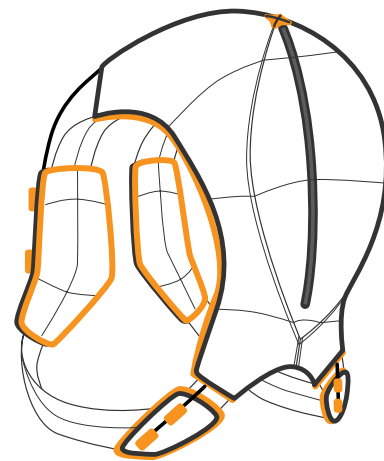
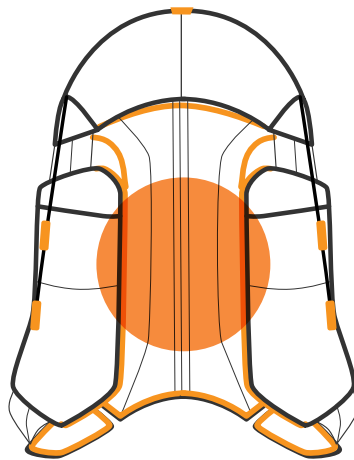




### **FUNKcjONALNOŚCI**

Gotowy model realizuję założenia projektowe w następujący sposób

- Uwolnienie obręczy barkowej
- Umożliwienie swobodnej rotacji klatki piersiowej w osi kręgosłupa
- Dobre odprowadzenie ciepła ze względu na niewielką powierzchnię styku z ciałem
- Pojemność ok 5l

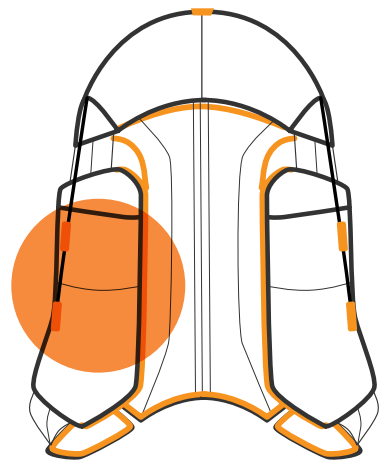
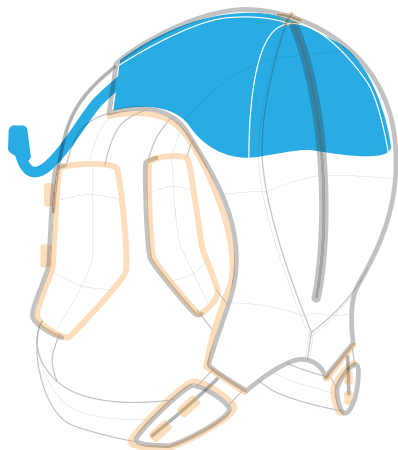
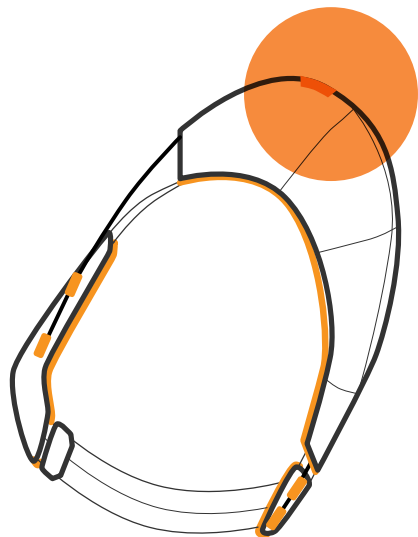


V ok. 5I

## FUNKCYJALNOŚCI

- Przeniesienie środka ciężkości w miejsce przecięcia się osi kręgosłupa i barków
- Zintegrowany bukłak na wodę o pojemności 1,5 l
- Przednie kieszenie pozwalające na przechowywanie najpotrzebniejszych akcesoriów





### **TECHNOLOGIE**

Ze względu na ograniczenia technologiczne przy budowaniu modeli prezentacyjnych użyte zostały tekstylia oraz materiały, które nie odpowiadają w pełni na potrzeby gotowego produktu. Analizując przeznaczenie plecaka można stworzyć pewne przewidywania odnośnie użytych komponentów.

### **ELEMENTY TEKSTYLNE**

- Mocny materiał z membraną GORETEX
- Zabezpieczenie szwów od wewnątrz
- Laminowany gruby zamek z dodatkowym wodoszczelnym kołnierzem

### **ELEMENTY TWORZYWOWE**

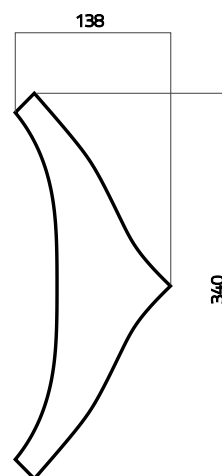
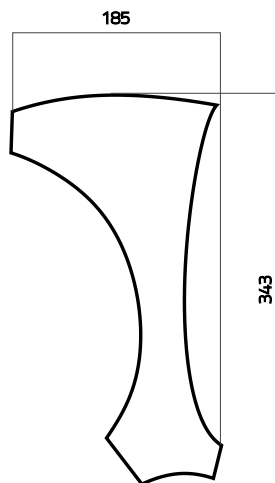
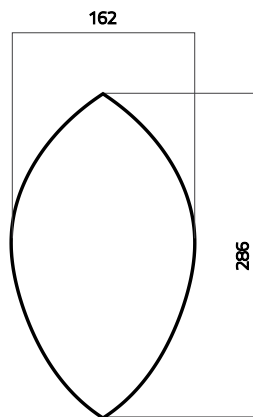
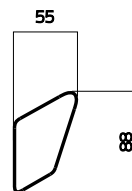
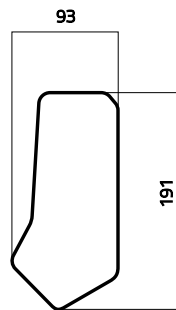
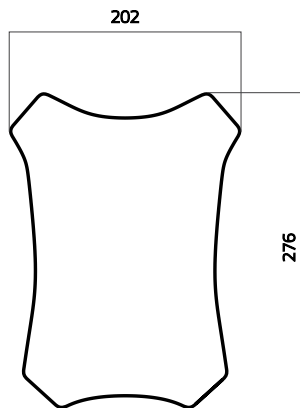
- Wtryski z twardego tworzywa np. ABS lub gięte profile z aluminium

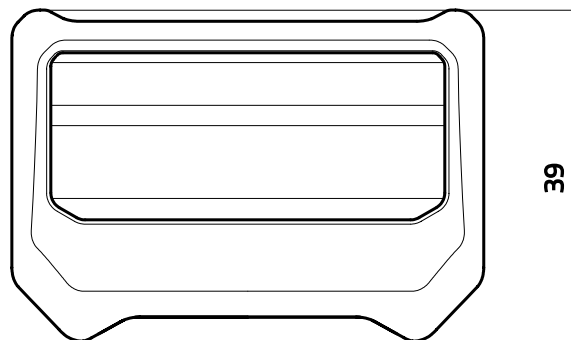
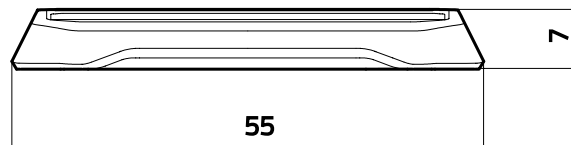
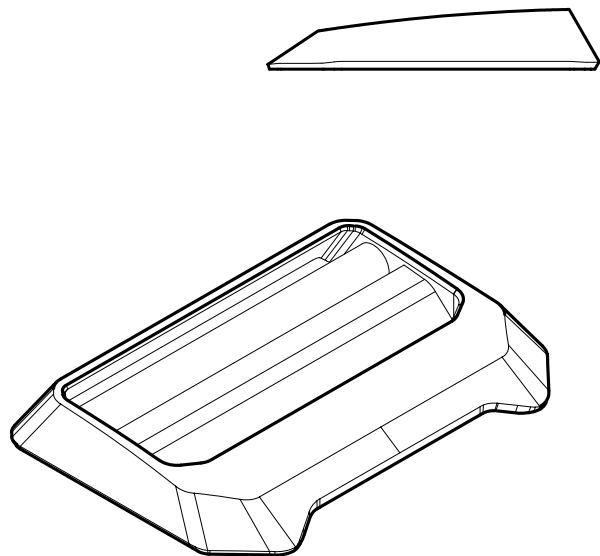
### **WYKOŃCZENIE WEWNĘTRZNE**

- Przestrzenne pianki o wysokiej oddychalności

# WYKROJE

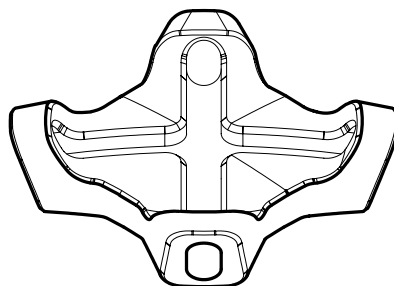
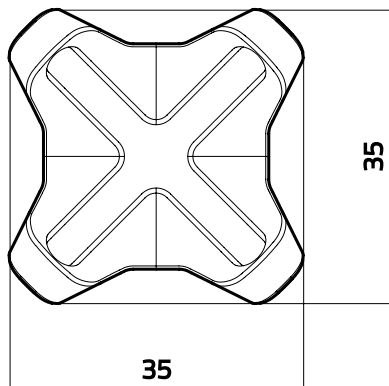
# 04\_PROJEKT





# ELEMENTY TWORZYWOWE

## MOCOWANIE KRZYŻOWE







### PODSUMOWANIE

Przedstawione rozwiązanie projektowe prezentuje innowacyjne podejście do sposobu przenoszenia ekwipunku podczas biegów długodystansowych. Uwolnienie obręczy barkowej, umożliwienie rotacji odcinka piersiowego oraz przeniesienie środka ciężkości w statyczne miejsce. Wszystkie te właściwości wpływają na zwiększenie komfortu biegacza. Elastyczna konstrukcja która buduje geometrię plecaka definiuje zarówno aspekty ergonomii użytkownika oraz stylistykę. Wyraźnie widać tutaj podążanie formy za funkcją oraz pełne wykorzystanie właściwości użytych materiałów. Konstrukcja może posłużyć jako baza do rozwoju szeregu produktów opierających się na tej samej zasadzie działania. Rozwiązanie wydaje się być na tyle uniwersalne, że można je aplikować również w innych gałęziach sportu, lub jako produkt codziennego użytku.





**05**\_ABSTRAKT

## 05\_ABSTRAKT

### PL

Celem pracy było zaprojektowanie plecaka poprawiającego komfort podczas długodystansowych biegów górskich z ekwipunkiem. Głównym powodem używania plecaka w czasie biegu jest konieczność uzupełniania deficytu płynów oraz energii. Biegacz musi być również przygotowany na zmienne warunki atmosferyczne, bieg w nocy, czy konieczność przechowywania apteczki. Aby plecak jak najlepiej spełniał swoją rolę zostały ustalone założenia determinujące aspekty ergonomii i funkcjonalności.

Geometria projektu opiera się wyłącznie na odcinku piersiowym co pozwala na swobodną rotację w osi kręgosłupa. Umieszczenie środka ciężkości pomiędzy łopatkami jednocześnie powoduje zmniejszenie się bocznych przechyłów plecaka oraz uwalnia obręcz barkową umożliwiając szeroki zakres ruchu. Dodatkowo mała powierzchnia styku z ciałem zapewnia dobrą wymianę ciepła. Oparcie konstrukcji o elastyczną ramę z włókna szklanego pozwoliło spełnić ustalone założenia. Sposób w jaki zostały poprowadzone pręty szklane zapewnia pełne wykorzystanie właściwości materiału oraz jednocześnie budując formę plecaka.

### ENG

#### **Backpack design for long-distance running**

The aim of the work was to design a backpack that improves comfort during long-distance mountain races with equipment. The main reason for using a backpack during the run it is necessary to replenish the fluid and energy deficit. The runner must also be prepared for changing weather conditions, running at night, or the need to store a first aid kit. In order for the backpack to fulfill its role in the best way, assumptions determining aspects of ergonomics and functionality have been established. The design geometry is based solely on the thoracic segment, which allows free rotation in the axis of the spine. The location of the center of gravity between the shoulder blades also reduces the sideways inclination of the backpack and releases the shoulder girdle enabling a wide range of motion. In addition, the small contact area with the body ensures good heat exchange. Basing the structure on a flexible fiberglass frame made it possible to meet the established assumptions. The way the glass rods have been routed ensures full use of material properties and at the same time I am building a backpack.

A top-down view of an orange corset with black straps and buckles. The corset has a central vertical seam and two side panels. The background is a solid orange color.

# 06\_ BIBLIOGRAFIA

## 06\_BIBLIOGRAFIA

*Christopher McDougall*, Urodzeni biegacze. Tajemnicze plemię Tarahumara, bieganie naturalne i wyścig, którego świat nie widział, 2010.

*Konrad Fiałkowski, Tadeusz Bielicki*, Homo przypadkiem Sapiens, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009.



