



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN PŘENOSNÉHO KEMPINKOVÉHO VAŘIČE NA DŘEVO

DESIGN OF PORTABLE WOOD-BURNING CAMPING STOVE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Samuel Janota

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2026



# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování  
Student: **Samuel Janota**  
Studijní program: Průmyslový design ve strojírenství  
Studijní obor: bez specializace  
Vedoucí práce: **akad. soch. Josef Sládek, ArtD.**  
Akademický rok: 2025/26

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Design přenosného kempinkového vaříče na dřevo

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Současné přenosné kempingové vaříče využívají převážně plynové kartuše nebo kapalná paliva, což omezuje jejich skladnost a vyžaduje přenášení externích zdrojů energie. Jednoduché dřevěné vaříče naopak často vykazují nízkou účinnost spalování, produkují velké množství kouře a znečišťují nádobí sazemi. Práce se zaměří na návrh alternativního řešení přenosného vaříče na dřevo, který prostřednictvím termoelektrických článků (TEG) vyrábí elektřinu pro napájení ventilátoru. Ten zajišťuje intenzivnější hoření, vyšší teplotu plamene a čistší provoz.

Typ práce: vývojová – designérská

### Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je design přenosného kempingového vaříče na dřevo, který představí alternativu k běžným plynovým systémům a využije přírodní palivo v kombinaci s moderní technologií a jednoduchou přenositelností.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- analyzovat současná řešení přenosných vaříčů z hlediska designu, funkčnosti a uživatelského komfortu,
- navrhnout konstrukční a vizuální řešení podporující efektivní spalování a čistý provoz,
- integrovat princip využití TEG článků a ventilátoru do celkového návrhu,
- optimalizovat tvar, materiály a rozměry z pohledu ergonomie, hmotnosti, přenosnosti a estetiky,
- realizovat fyzický model v měřítku 1:1.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukoncení/>

**Seznam doporučené literatury:**

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2025/26

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom inovatívneho outdoorového variča na biomasu, ktorý integruje technológiu termoelektrickej generácie energie. Cieľom projektu je vytvoriť autonómne energetické zariadenie, ktoré transformuje odpadové teplo zo spaľovania na elektrickú energiu, čím eliminuje závislosť používateľa od fosílnych palív a jednorazových plynových kartuší. Teoretická časť práce analyzuje súčasné trendy v outdoorovom vybavení, termodynamické procesy spaľovania a princípy termoelektrického javu. Praktický prínos spočíva v aplikácii biomimetických princípov a etiky „Leave No Trace“ do výsledného priemyselného dizajnu. Navrhnutý produkt, Vespillo, rieši problematiku nízkej účinnosti a geometrickej neskladnosti súčasných riešení prostredníctvom vertikálneho modulárneho usporiadania a inteligentnej regulácie prívodu vzduchu. Výsledkom je komplexný systém, ktorý spája technologickú vyspelosť, environmentálnu zodpovednosť a vysokú úroveň estetického spracovania, definujúc nový štandard pre udržateľný pobyt v prírode.

## KLÚČOVÉ SLOVÁ

outdoorový varič, biomasu, termoelektrický generátor, TEG, priemyselný dizajn, biomimetika, udržateľnosť

## ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the design of an innovative outdoor biomass stove integrating thermoelectric power generation technology. The aim of the project is to create an autonomous energy device that transforms waste heat from combustion into electrical energy, thereby eliminating the user's dependence on fossil fuels and disposable gas canisters. The theoretical part analyzes current trends in outdoor equipment, thermodynamic combustion processes, and the principles of the thermoelectric effect. The practical contribution lies in the application of biomimetic principles and the "Leave No Trace" ethics into the resulting industrial design. The proposed product, Vespillo, addresses the issues of low efficiency and geometric bulkiness of current solutions through a vertical modular arrangement and intelligent air supply regulation. The result is a comprehensive system that combines technological advancement, environmental responsibility, and a high level of aesthetic craftsmanship, defining a new standard for sustainable outdoor living.

## KEYWORDS

outdoor stove, biomass, thermoelectric generator, TEG, industrial design, biomimicry, sustainability



## BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

JANOTA, Samuel. *Dizajn outdoorového variča na biomasu s integrovanou termoelektrickou generáciou*. Bakalárska práca. Josef SLÁDEK (vedúci práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2026.



## POĎAKOVANIE

Ďakujem akad. soch. Josefovi Sládkovi, ArtD., za odborné usmernenie, podnetné konzultácie a zdieľanie vedomostí počas bakalárskeho štúdia i procesu tvorby tejto práce.

## PREHLÁSENIE AUTORA O PÔVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora



# OBSAH

|          |                                                              |           |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>ÚVOD</b>                                                  | <b>14</b> |
| <b>2</b> | <b>PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA</b>                      | <b>15</b> |
| 2.1      | Designérska analýza                                          | 15        |
| 2.1.1    | Typológia súčasných outdoorových varičov                     | 15        |
| 2.1.2    | Dizajnová analýza konkurenčných riešení                      | 16        |
| 2.1.3    | BioLite CampStove 2+                                         | 17        |
| 2.1.4    | Solo Stove Lite                                              | 19        |
| 2.1.5    | MSR WhisperLite                                              | 20        |
| 2.1.6    | Jetboil Flash                                                | 21        |
| 2.1.7    | Bushbox LF (Lightweight Foldable)                            | 23        |
| 2.1.8    | Snow Peak LiteMax                                            | 24        |
| 2.1.9    | Primus OmniFuel                                              | 26        |
| 2.1.10   | Trangia 25-1                                                 | 27        |
| 2.1.11   | Kelly Kettle (Base Camp)                                     | 29        |
| 2.1.12   | Petromax Rocket Stove rf33                                   | 30        |
| 2.2      | Technická analýza                                            | 31        |
| 2.2.1    | Princíp spaľovania biomasy a základná stavba variča          | 31        |
| 2.2.2    | Termoelektrický jav a energetický manažment                  | 32        |
| 2.2.3    | Detailná analýza referenčného produktu: BioLite CampStove 2+ | 33        |
| 2.2.4    | Ergonómia a bezpečnosť                                       | 35        |
| 2.2.5    | Analýza materiálov a výrobných technológií                   | 36        |
| <b>3</b> | <b>ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE</b>                         | <b>38</b> |
| 3.1      | Analýza problému                                             | 38        |
| 3.1.1    | Limity konvenčných systémov                                  | 38        |
| 3.1.2    | Technologické bariéry "High-tech" riešení na biomasu         | 38        |
| 3.1.3    | Identifikácia príležitosti                                   | 39        |
| 3.2      | Analýza, interpretácia a zhodnocenie poznatkov z rešeršu     | 39        |
| 3.3      | Ciele práce                                                  | 40        |
| 3.3.1    | Hlavný cieľ                                                  | 40        |
| 3.3.2    | Čiastkové ciele                                              | 40        |
| 3.3.3    | Benefičné ciele                                              | 41        |
| 3.4      | Cieľová skupina                                              | 41        |
| 3.5      | Základné parametry a legislatívne obmedzenia                 | 42        |

|          |                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6      | Použité výrobné technológie, možný trh a cena           | 42        |
| <b>4</b> | <b>VARIANTNÁ ŠTÚDIA DIZAJNU</b>                         | <b>44</b> |
| 4.1      | Proces navrhovania                                      | 44        |
| 4.1.1    | Dôležité poznatky                                       | 45        |
| 4.1.2    | Výroba a testovanie variant                             | 45        |
| 4.2      | Varianta 1 Vertikálna integrácia                        | 46        |
| 4.3      | Variant 2: Monolitický plášť                            | 48        |
| 4.4      | Variant 3: Laterálna konfigurácia                       | 50        |
| 4.5      | Zhodnotenie variantov a výber finálneho riešenia        | 52        |
| <b>5</b> | <b>TVAROVÉ RIEŠENIE</b>                                 | <b>54</b> |
| 5.1      | Vývoj finálneho tvarovania                              | 54        |
| 5.2      | Popis finálneho dizajnového riešenia                    | 55        |
| <b>6</b> | <b>KONSTRUKČNE-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE</b> | <b>59</b> |
| 6.1      | Popis                                                   | 59        |
| 6.1.1    | Prevádzkové režimy a ovládanie                          | 60        |
| 6.2      | Rozmerové riešenie                                      | 62        |
| 6.3      | Vnútorne mechanizmy a komponenty                        | 63        |
| 6.4      | Materiálové riešenie                                    | 65        |
| 6.5      | Technológia                                             | 65        |
| 6.6      | Ergonómia                                               | 67        |
| 6.6.1    | Ergonómia držania a manipulácie                         | 68        |
| 6.6.2    | Návrh ovládačov a oznamovačov                           | 69        |
| 6.7      | Bezpečnosť a hygiena                                    | 70        |
| 6.8      | Udržateľnosť                                            | 72        |
| <b>7</b> | <b>FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE</b>                      | <b>73</b> |
| 7.1      | Koncepcia farebného riešenia                            | 73        |
| 7.1.1    | Farebný variant A: Natural Earth                        | 74        |
| 7.1.2    | Farebný variant B: Tactical Green                       | 75        |
| 7.1.3    | Farebný variant C: High-Contrast Safety                 | 76        |
| 7.2      | Grafické riešenie                                       | 77        |
| 7.2.1    | Logotyp                                                 | 77        |

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| 7.3       | Užívateľské rozhranie                                | 78        |
| 7.3.1     | Logika ovládania a informačná hierarchia             | 79        |
| 7.3.2     | Grafické symboly a piktogramy                        | 80        |
| <b>8</b>  | <b>DISKUSIA</b>                                      | <b>81</b> |
| 8.1       | Psychologická funkcia                                | 81        |
| 8.2       | Sociálna funkcia                                     | 81        |
| 8.3       | Ekonomická funkcia                                   | 82        |
| 8.4       | Marketingová analýza                                 | 82        |
| 8.5       | Cieľová skupina                                      | 83        |
| 8.6       | Cenová hladina                                       | 84        |
| <b>9</b>  | <b>ZÁVER</b>                                         | <b>85</b> |
| <b>10</b> | <b>ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV</b>                      | <b>86</b> |
| <b>11</b> | <b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN</b> | <b>88</b> |
| <b>12</b> | <b>ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOU</b>                      | <b>89</b> |
| <b>13</b> | <b>ZOZNAM TABULIEK</b>                               | <b>91</b> |
| <b>14</b> | <b>ZOZNAM PRÍLOH</b>                                 | <b>92</b> |
|           | <b>ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÝ POSTER</b>                   | <b>93</b> |
|           | <b>FOTOGRAFIA MODELU</b>                             | <b>94</b> |

# 1 ÚVOD

Rastúca popularita outdoorových aktivít prináša zvyšujúce sa nároky na efektivitu a udržateľnosť vybavenia. Súčasné metódy prípravy potravy v teréne však čelia zásadnému problému – vysokej závislosti od fosílnych palív a produkcii odpadu v podobe jednorazových plynových kartuší. Tento rozpor medzi pobytom v prírode a ekologickým zaťažením definuje potrebu pre nové, čistejšie riešenia.

Predkladaná bakalárska práca reaguje na túto výzvu návrhom inovatívneho variča na biomasu s integrovaným systémom termoelektrickej generácie energie. Cieľom je navrhnuť zariadenie, ktoré prebytkové teplo transformuje na elektrinu, čím vytvára autonómny energetický uzol. Varič tak eliminuje potrebu externých zdrojov napájania a výrazne znižuje uhlíkovú stopu jednotlivca pri pohybe v divočine.

Dizajnerský koncept sa opiera o etiku „Leave No Trace“ a princípy biomimetiky. Inšpirácia prirodzenými cyklami a konkrétnymi biologickými organizmami umožnila vytvoriť produkt, ktorý nepôsobí ako cudzí element, ale ako prirodzená súčasť ekosystému. Práca mapuje proces od analýzy termodynamických javov až po finálny dizajn, ktorý spája surovú estetiku ocele s inteligentným ovládaním, čím definuje nový štandard pre zodpovedné kempovanie v 21. storočí.

## 2 PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA

### 2.1 Designérska analýza

#### 2.1.1 Typológia súčasných outdoorových varičov

Súčasná ponuka na trhu je definovaná primárne druhom paliva, čo priamo určuje konštrukčnú schému, výber materiálov a ergonómiu používania. Pre priemyselný dizajn je kľúčové pochopiť vzťah medzi palivovým systémom a výslednou formou produktu.

##### A. Plynové variče (LPG – Propán/Bután)

V súčasnosti ide o najrozšírenejšiu kategóriu vďaka vysokej energetickej hustote paliva a čistote prevádzky.

- Konštrukcia: Delia sa na modely s priamym skrutkovaním na kartušu (napr. *MSR PocketRocket*) a variče so samostatnou základňou spojenou palivovou hadičkou.
- Dizajnerský aspekt: Dôraz je kladený na minimalizáciu hmotnosti (použitie zliatin titánu a hliníka) a presnú reguláciu plameňa. Moderným trendom je integrácia tepelných výmenníkov do dna nádob (tzv. "Stove Systems"), ktoré zvyšujú účinnosť o viac ako 30 %. [1]

##### B. Variče na kvapalné palivá (Viacpalivové systémy)

Určené pre expedičné nasadenie v extrémnych podmienkach (mráz, vysoká nadmorská výška).

- Konštrukcia: Vyžadujú externú palivovú fľašu s manuálnou pumpou na vytvorenie pretlaku.
- Dizajnerský aspekt: Estetika je funkcionalistická, priznáva všetky technické prvky (ventily, palivové vedenie). Dominantným materiálom je nerezová oceľ a mosadz kvôli ich odolnosti voči agresívnym palivám a vysokým teplotám. [2, 3]

##### C. Variče na lieh a pevné palivá (Tablety)

Predstavujú ultraľahkú vetvu outdoorového vybavenia.

- Konštrukcia: Často ide o beztlakové systémy (napr. *Trangia*) alebo jednoduché oceľové držiaky (napr. *Esbit*).
- Dizajnerský aspekt: Maximálna tvarová redukcia. Tieto variče často využívajú princíp "hniezdenia" (nesting), kedy sa celý systém ukladá dovnútra nádoby na varenie, čo je kľúčový ergonomický parameter pre kompaktné balenie. [4]

## D. Variče na biomasu (Drevo)

Pasívne variče (Dřívkáče): Využívajú prirodzený ťah. Dizajn je často založený na skladacích mechanizmoch z tenkých nerezových plechov (napr. *Bushcraft Essentials*).

Aktívne variče s núteným obehom (Fan-forced): Využívajú ventilátor na vháňanie vzduchu do spaľovacej komory.

- Technologický detail: Ventilátor zabezpečuje premenu laminárneho prúdenia na turbulentné, čím dochádza k dokonalejšiemu miešaniu kyslíka s plynmi uvoľnenými z dreva (tzv. pyrolýza).
- Dizajnérska výzva: Integrácia elektroniky (ventilátor, akumulátor, TEG článok) do telesa variča. Príkladom je *BioLite CampStove 2+*, ktorý využíva odnímateľný "Power Module". [5]

### 2.1.2 Dizajnová analýza konkurenčných riešení

Cieľom tejto časti je analýza desiatich produktov reprezentujúcich súčasné technologické a tvarové štandardy v segmente outdoorových varičov. Výber zahŕňa priamu konkurenciu aj overené klasické riešenia, pričom sa zameriava na identifikáciu materiálových a ergonomických princípov. Zistené poznatky slúžia ako priamy podklad pre definovanie vlastných konštrukčných a estetických cieľov v praktickej časti práce.

### 2.1.3 BioLite CampStove 2+



Obr. 2-1 Kompaktný outdoorový varič BioLite CampStove 2+ [6]

Tento produkt predstavuje technologickú špičku v kategórii varičov na biomasu a je priamym referenčným bodom pre tvoju prácu. Ide o komplexný energetický systém, ktorý kombinuje spaľovaciu komoru s termoelektrickým generátorom (TEG). Jeho hlavným cieľom je premeniť odpadové teplo z horenia dreva na elektrickú energiu, ktorá následne poháňa integrovaný ventilátor a umožňuje nabíjanie drobnej elektroniky cez USB port.

Dizajn variča je jasne rozdelený na dve funkčné časti: nerezovú spaľovaciu komoru s perforáciou a odnímateľný oranžový plastový modul s elektronikou. Toto farebné oddelenie nie je len estetické, ale slúži aj ako bezpečnostný a navigačný prvok – oranžová farba indikuje technologické jadro a ovládacie rozhranie. Používateľ ovláda varič pomocou jedného tlačidla, ktorým prepína štyri rýchlosti ventilátora, čo je indikované LED diódami na prednom paneli. Práve toto rozhranie pripomína skôr moderný spotrebič než klasické outdoorové vybavenie.

Z hľadiska ergonómie je varič vybavený tromi výklopnými nožičkami, ktoré zabezpečujú stabilitu na nerovnom povrchu. Spaľovacia komora má dvojité stenu, čo umožňuje sekundárne spaľovanie dymových plynov, čím sa minimalizuje produkcia sadzí. Výrazným dizajnovým prvkom je drôtený kryt komory, ktorý chráni používateľa pred priamym dotykom s horúcim kovom. Slabinou z pohľadu dizajnu je však vyššia hmotnosť (935 g) a neskladnosť, keďže oranžový modul sa síce vkladá do komory, ale celkový objem zostáva v batohu fixný a pomerne veľký. Pre používateľa, ktorý hľadá maximálnu ľahkosť, môže byť toto riešenie príliš robustné, no pre technologických nadšencov a kemperov v odľahlých oblastiach ide o vysoko funkčný nástroj. [6]

#### 2.1.4 Solo Stove Lite



Obr. 2-2 Varič Solo Stove Lite [7]

Tento model je považovaný za dizajnový štandard v kategórii pasívnych varičov na biomasu. Na rozdiel od predchádzajúceho modelu BioLite nevyužíva žiadnu elektroniku ani pohyblivé súčasti, čím sa zameriava na maximálnu spoľahlivosť a čistotu formy. Jeho dizajn je postavený na fyzikálnom princípe prirodzenej konvekcie a pyrolýzy, čo z neho robí vysoko efektívny nástroj pre minimalistov.

Vizuálne je varič definovaný čistým, valcovým tvarom z brúsenej nerezovej ocele. Celá konštrukcia je vyrobená z jedného kusu kovu, čím sa eliminujú zvary, ktoré by mohli byť miestom korózie alebo mechanického zlyhania. Horný prstenec, ktorý slúži ako podstava pod hrniec, je odnímateľný a pri transporte sa vkladá obrátene do tela variča, čím sa šetrí vertikálny priestor. Charakteristickým prvkom sú presne rozmiestnené nasávacie otvory v spodnej časti a výstupné otvory v hornej vnútornej časti komory. Tento systém zabezpečuje tzv. sekundárne spaľovanie, kedy sa predhriaty vzduch mieša s dymom, čo vedie k plameňu s vysokou teplotou a minimom emisií.

Z hľadiska ergonómie a manipulácie je Solo Stove Lite navrhnutý pre systém „nesting“. To znamená, že jeho rozmery sú optimalizované tak, aby sa presne zmestil do štandardizovaných outdoorových ešusov (napr. Solo Stove Pot 900). Pre používateľa to znamená vysoký komfort pri balení, hoci samotný varič nie je skladací. Ovládanie je v podstate nulové – proces horenia sa reguluje iba množstvom priloženého paliva. Určitou nevýhodou je absencia možnosti regulácie výkonu (napr. klapkou), čo si vyžaduje istú skúsenosť pri varení. Celkovo ide o produkt, ktorý vyžaruje industriálnu čistotu a funkčnú úprimnosť, pričom jeho cena sa pohybuje okolo 70 €. Je ideálny pre jednotlivcov, ktorí preferujú mechanickú odolnosť pred technologickými funkciami. [7]

### 2.1.5 MSR WhisperLite



Obr. 2-3 Viacpalivový varič MSR WhisperLite International [8]

Tento model od americkej spoločnosti Mountain Safety Research (MSR) patrí medzi najikonickejšie produkty v kategórii varičov na kvapalné palivá. Na trhu je prítomný už viac ako tri desaťročia, čo svedčí o nadčasovosti jeho priemyselného dizajnu. Jeho primárnym cieľom je spoľahlivosť v najnáročnejších podmienkach, kde plyn zlyháva (vysoká nadmorská výška, mráz pod -20 °C), pričom sa zameriava na jednoduchú opraviteľnosť priamo v teréne.

Konštrukcia variča je vizuálne surová a rýdzo technická. Telo tvoria tri ohýbané nohy z nerezovej ocele, ktoré sú čapom spojené do centrálneho bodu, čo umožňuje ich zloženie do kompaktného tvaru pripomínajúceho trojboký hranol. Horák sa nachádza v strede tejto konštrukcie a je napojený na palivovú hadičku z nerezového opletu. Na rozdiel od plynových modelov, WhisperLite vyžaduje manuálnu interakciu používateľa ešte pred samotným varením – tzv. predhrev. Používateľ musí do misky pod horákom vypustiť malé množstvo paliva a zapáliť ho, čím sa nahreje generátor (trubica prechádzajúca plameňom), ktorý následne mení kvapalný benzín na plyn.

Z hľadiska ergonómie je varič vybavený technológiou *Shaker Jet*. Ide o jednoduché, ale geniálne dizajnové riešenie, kde sa vo vnútri trysky nachádza voľná ihla. Stačí varičom potriasť a ihla mechanicky prečistí otvor trysky od usadenín. Pre používateľa to znamená, že nepotrebuje rozoberať zariadenie pri každom zanesení nekvalitným palivom. Ovládací prvok (ventil) sa nachádza na pumpe, ktorá sa skrutkuje do externej palivovej fľaše, čo zvyšuje bezpečnosť, pretože manipulácia s plameňom prebieha v dostatočnej vzdialenosti od nádrže. Slabinou je však náročnejšia regulácia plameňa na nízky výkon („bublanie“), čo je daňou za robustnosť systému. WhisperLite je produkt, ktorý nepredstiera eleganciu; je to nástroj pre profesionálnych cestovateľov a horolezcov, kde je funkcia a životnosť absolútnou prioritou. [8]

#### 2.1.6 Jetboil Flash



Obr. 2-4 Varný systém Jetboil Flash Carbon [9]

Jetboil Flash predstavuje v priemyselnom dizajne outdoorového vybavenia prelomový koncept tzv. „all-in-one“ varného systému. Na rozdiel od tradičných varičov, kde sú horák a nádoba dva samostatné komponenty, Jetboil tieto prvky integruje do jedného kompaktného celku. Hlavným cieľom návrhu je maximálna rýchlosť ohrevu vody a vysoká palivová efektívnosť, čo je dosiahnuté takmer dokonalým odizolovaním spaľovacieho procesu od vonkajších vplyvov.

Vizuálnu a funkčnú identitu produktu definuje predovšetkým neoprénový obal nádoby, ktorý slúži ako tepelná izolácia a umožňuje používateľovi manipulovať s horúcim ešusom bez rizika popálenia. Výrazným dizajnovým prvkom je indikátor tepla integrovaný priamo do grafiky obalu, ktorý mení farbu pri dosiahnutí bodu varu. Toto riešenie zvyšuje používateľský komfort, pretože eliminuje potrebu neustáleho nazerania pod pokrievku. Srdcom systému je však v spodnej časti umiestnený tepelný výmenník *FluxRing*, ktorý je chránený perforovaným plastovým krytom. Ten počas transportu slúži aj ako odmerka.

Ergonómia ovládania je sústredená do dvoch prvkov: sklápacieho drôteného ventilu na reguláciu prívodu plynu a tlačidla integrovaného piezo zapalovania. Celý systém je navrhnutý tak, aby sa všetky komponenty (vrátane 100g plynovej kartuše a stabilizačnej trojnožky) zmestili dovnútra hlavnej litrovej nádoby. Tento prístup k baleniu šetrí priestor v batohu a chráni horák pred mechanickým poškodením. Obmedzením tohto dizajnu je však jeho špecializácia – Jetboil Flash je optimalizovaný na rýchly var vody, ale jeho úzky a vysoký tvar nie je ideálny na komplexnejšie varenie potravín, ktoré majú tendenciu v spodnej časti prihárať. Je to produkt pre moderného turistu, ktorý vyžaduje rýchlosť, bezpečnosť a „čistú“ prácu s plynom. [9]

### 2.1.7 Bushbox LF (Lightweight Foldable)



Obr. 2-5 Skladací varič Bushbox LF [10]

Bushbox LF od nemeckej spoločnosti Bushcraft Essentials je reprezentantom tzv. „flat-pack“ dizajnu, kde je hlavnou prioritou minimálny transportný objem pri zachovaní vysokej mechanickej odolnosti. Ide o stredne veľký model z produktovej rady, ktorý cieľi na rovnováhu medzi výkonom a prenosnosťou. Na rozdiel od valcových varičov typu Solo Stove, Bushbox vsádza na hranatú geometriu a sofistikovaný pántový mechanizmus.

Dizajnová výnimočnosť tohto produktu spočíva v jeho schopnosti rozložiť sa z plochého stavu (hrúbka len 1 cm) do plne funkčného kubického variča v priebehu niekoľkých sekúnd. Všetky steny sú navzájom prepojené robustnými pántmi, čo eliminuje riziko straty jednotlivých dielov v teréne, čo býva častým problémom pri lacnejších skladačkách. Materiálové vyhotovenie z nerezovej ocele (existuje aj titánová verzia) je doplnené o presné laserové výrezy, ktoré slúžia nielen na prívod vzduchu, ale svojím tvarom evokujú logotyp značky, čím posilňujú vizuálnu identitu produktu.

Z pohľadu ergonómie je Bushbox LF veľmi variabilný. Vďaka premyslenému umiestneniu drážok v rôznych výškach doň možno vložiť rošt na drevo, ale aj liehový horák (Trangia) alebo držiak na tablety tuhého paliva. Horné podpery („trivets“) sú navrhnuté tak, aby bezpečne udržali malé šálky aj väčšie panvice. Hlavnou nevýhodou tohto dizajnu je však absencia sekundárneho spaľovania, čo v praxi znamená vyššiu produkciu dymu a sadzí v porovnaní s dvojstennými varičmi. Pri používaní dreva ako paliva je tiež potrebné častejšie prikladanie kvôli menšiemu objemu spaľovacej komory. Bushbox LF je však majstrovským dielom minimalizmu a inžinierskej efektivity, ideálnym pre používateľov, ktorí vyžadujú nástroj, o ktorom v batohu ani nevedia, kým ho nepotrebujú. [10]

#### 2.1.8 Snow Peak LiteMax



Obr. 2-6 Ultraľahký titánový varič Snow Peak LiteMax [11]

Tento produkt od japonskej značky Snow Peak predstavuje absolútny vrchol minimalizmu a materiálnej efektivity v kategórii plynových horákov. Snow Peak je v komunite dizajnérov známy svojou filozofiou „minimalistickej krásy“ a LiteMax je jej priamym stelesnením. Hlavným cieľom návrhu bolo vytvoriť jeden z najľahších varičov na svete bez toho, aby bola obetovaná stabilita a výkon.

Vizuálne je varič takmer subtílly. Je vyrobený z kombinácie titánu a hliníkovej zliatiny, čo mu umožňuje dosiahnuť hmotnosť len 54 gramov. Dominantným prvkom sú tri ramená, ktoré majú unikátny skladací mechanizmus – ramená sa nielen sklápajú k telu, ale ich konce sú navyše kĺbovo spojené, aby po rozložení vytvorili dostatočne širokú základňu pre hrniec. Tento detail ukazuje na japonskú precíznosť v oblasti úspory priestoru a mechanickej elegancie. Povrchová úprava titánu je matná a surová, čo zdôrazňuje technický charakter produktu.

Ergonómia ovládania je riešená klasickým drôteným ventilom na reguláciu plameňa, ktorý je však dostatočne dlhý na to, aby sa dal bezpečne obsluhovať aj v rukaviciach. Hoci varič nedisponuje integrovaným piezo zapalovaním (kvôli úspore hmotnosti), jeho jednoduchosť zaručuje takmer nulovú poruchovosť. Spaľovacia hlava je navrhnutá tak, aby plameň smeroval mierne do stredu, čo zvyšuje efektivitu pri použití menších nádob. Slabinou tohto dizajnu je však citlivosť na vietor, keďže horák nie je nijako chránený, čo používateľ rieši externým závetrím. Snow Peak LiteMax je produkt určený pre „gramárov“ a milovníkov esteticky čistých, precízne opracovaných predmetov, kde sa cena (okolo 60 €) platí za špičkový materiál a inžiniersku prácu. [11]

### 2.1.9 Primus OmniFuel



Obr. 2-7 Viacpalivový varič Primus OmniFuel II [12]

Model OmniFuel od švédskej značky Primus je v oblasti priemyselného dizajnu vnímaný ako synonymum pre univerzálnosť a nezničiteľnosť. Ide o najoceňovanejší varič v histórii značky, ktorého hlavným cieľom je schopnosť spaľovať takmer akékoľvek dostupné palivo – od plynu cez benzín a naftu až po letecký petrolej. Tento produkt je navrhnutý tak, aby fungoval v najextrémnejších nadmorských výškach a teplotách, kde zlyháva bežná spotrebná technika.

Vizuálne pôsobí OmniFuel mimoriadne robustne. Jeho telo tvoria tri masívne nohy z nerezovej ocele so zúbkovaním na horných hranách, ktoré zabezpečujú vysokú stabilitu aj pre veľké a ťažké nádoby. Na rozdiel od ultraľahkých modelov tu nie je prioritou minimalizácia hmotnosti, ale mechanická integrita. Charakteristickým dizajnovým prvkom je masívna mosadzná tryska a predhrievacia miska, ktoré priznávajú inšpiráciu pôvodnými modelmi Primus z konca 19. storočia, no v modernom, technologickom šate.

Z hľadiska ergonómie prináša OmniFuel dôležitú inováciu v podobe sekundárnej regulácie plameňa. Zatiaľ čo väčšina viacpalivových varičov má ventil len na palivovej fľaši, OmniFuel disponuje otočným ovládačom priamo pri horáku. To umožňuje používateľovi veľmi jemne regulovať intenzitu plameňa (tzv. „simmering“), čo je pri benzínových varičoch technicky náročné. Súčasťou balenia sú tri vymeniteľné trysky, ktoré sú jasne označené číselným kódom pre konkrétny typ paliva, čo znižuje riziko chyby pri manipulácii. Hoci je varič hlučnejší a vyžaduje pravidelnú údržbu, jeho dizajn komunikuje absolútnu spoľahlivosť. Je to produkt pre náročné expedície, kde dizajn slúži ako záruka prežitia v nepriaznivých podmienkach. [12]

#### 2.1.10 Trangia 25-1



Obr. 2-8 Liehový varný systém Trangia 25-1 UL [13]

Systém Trangia 25-1 je v dizajne outdoorového vybavenia považovaný za jeden z najlepších príkladov tzv. systémového dizajnu. Tento švédsky koncept, ktorý vznikol už v roku 1951, sa za desaťročia takmer nezmenil, čo potvrdzuje jeho funkčnú dokonalosť. Na rozdiel od samostatných horákov ide o kompletnú, do seba zapadajúcu varnú zostavu, ktorej jadrom je jednoduchý liehový horák.

Vizuálnu stránku definuje geometria dvoch do seba zapadajúcich hliníkových závetrí (spodné a horné), ktoré tvoria monolitický celok. Tento dizajn nie je len estetický, ale plní kľúčovú technickú funkciu – spodná časť zabezpečuje prívod vzduchu k horáku, zatiaľ čo horná časť funguje ako dokonalý štít proti vetru a zároveň držiak nádob. Charakteristickým prvkom je matný, eloxovaný hliník (v novších verziách aj v úprave Hard Anodized), ktorý je odolný voči poškrabaniu a dodáva produktu technický, no pritom organický vzhľad.

Z hľadiska ergonómie je Trangia fascinujúca svojou schopnosťou „hniezdenia“. Celý set, ktorý obsahuje dva hrnce, panvicu (slúžiacu aj ako pokrievka), horák, závetrie a univerzálnu kliešťovú rukoväť, sa dá zbaliť do jedného kompaktného valca, ktorý sa zaistuje textilným popruhom. Práve táto rukoväť je dôležitým dizajnerským detailom – je odnímateľná a univerzálna pre všetky nádoby setu, čo znižuje hmotnosť a eliminuje pevné úchopy, ktoré by zväčšovali objem pri balení. Ovládanie plameňa sa realizuje mechanicky pomocou posuvnej klapky na horáku, čo vyžaduje istú zručnosť, ale je to prakticky nepokazitelné riešenie. Trangia nie je o rýchlosti, ale o tichu, bezpečnosti a procese varenia, ktorý je vďaka závetriu vysoko efektívny aj v silnom vetre. [13]

### 2.1.11 Kelly Kettle (Base Camp)



Obr. 2-9 Rýchlovarná kanvica na biomasu Kelly Kettle Base Camp [14]

Kelly Kettle predstavuje v oblasti outdoorového dizajnu unikátny typologický koncept, ktorý kombinuje funkciu variča a rýchlovarnej kanvice. Tento produkt, ktorého korene siahajú do Írska konca 19. storočia, využíva tzv. komínový efekt na extrémne rýchly ohrev vody pomocou biomasy. Zatiaľ čo väčšina varičov ohrieva nádobu zdola, Kelly Kettle ohrieva vodu „zvnútra“.

Dizajn produktu je definovaný jeho špecifickým tvarom – ide o dvojstennú hliníkovú alebo nerezovú nádobu kónického tvaru s dutým stredom (komínom). Voda sa nachádza v priestore medzi týmito dvoma stenami. Táto geometria maximalizuje plochu, na ktorú pôsobí teplo, čím dochádza k varu vody v priebehu niekoľkých minút aj v nepriaznivých poveternostných podmienkach. Spodnú časť tvorí samostatná oceľová miska (ohnisko), na ktorej kanvica sedí. Vizuálne produkt pôsobí robustne a mierne archaicky, čo však podčiarkuje jeho zameranie na prežitie a tradičný camping.

Z hľadiska ergonómie je zaujímavým prvkom rukoväť s dreveným držadlom a reťazou, ktorá umožňuje bezpečné nalievanie vriacej vody, aj keď je telo kanvice horúce. Oranžová silikónová zátka (píšťalka) je dôležitým bezpečnostným a senzorickým prvkom – zvukovo signalizuje dosiahnutie bodu varu. Pre používateľa tento systém prináša obrovskú výhodu v tom, že ako palivo môže použiť takmer čokoľvek (suchú trávu, konáriky, kôru), čo nájde v bezprostrednom okolí. Hlavným limitom z hľadiska priemyselného dizajnu je však neskladnosť produktu; jeho pevný objem a výška sú v batohu nepraktické. Kelly Kettle je preto ideálny pre stacionárne táborenie, rybárov alebo ako núdzový zdroj tepla, kde sa nevyžaduje časté prenášanie na dlhé vzdialenosti. [14]

#### 2.1.12 Petromax Rocket Stove rf33



Obr. 2-10 Raketový varič Petromax Rocket Stove rf33 [15]

Petromax Rocket Stove predstavuje v kategórii varičov na biomasu robustné, industriálne riešenie, ktoré uprednostňuje tepelný výkon a stabilitu pred nízkou hmotnosťou. Dizajn tohto zariadenia je založený na princípe „raketového pohonu“, kde izolovaná spaľovacia komora v tvare písmena „L“ vytvára silný ťah vzduchu, čo vedie k mimoriadne intenzívnemu horeniu s minimom dymu.

Vizuálne je produkt definovaný svojím vertikálnym telom z nerezovej ocele s výrazným práškovým nástrekom, ktorý je typický pre značku Petromax. Na rozdiel od ľahkých kempingových varičov, tento model pôsobí masívne a stabilne, čo ho predurčuje na varenie v liatinových nádobách (Dutch ovens). Dominantným prvkom je šikmá prikladacia plocha s výklopnými dvierkami, ktorá umožňuje plynulé dopĺňanie paliva (dreva) bez toho, aby bolo nutné odkladať hrniec. Horná časť je zakončená masívnym liatinovým roštom, ktorý vynikajúco akumuluje teplo a poskytuje bezpečnú oporu aj pre veľmi ťažký riad.

Z hľadiska ergonómie je varič vybavený dvoma pevnými držadlami s drevenými rukoväťami, ktoré sú umiestnené tak, aby sa dali použiť aj počas prevádzky (drevo nevedie teplo tak rýchlo ako kov). Ovládanie je čisto mechanické a spočíva v regulácii prívodu vzduchu pomocou spodných dvierok a množstva paliva na šikmom rošte. Hmotnosť zariadenia (cca 6,5 kg) je jeho najväčšou nevýhodou z pohľadu mobility, čo ho diskvalifikuje pre backpacking. Avšak pre potreby „overlandingu“ (kempovanie s autom) alebo základné tábory ide o vysoko efektívny nástroj. Petromax Rocket Stove je dizajnerským vyjadrením trvanlivosti a sily, kde estetika „strojového zariadenia“ komunikuje spoľahlivosť a vysoký výkon v každom detaile. [15]

## 2.2 Technická analýza

Cieľom technickej analýzy je definovať funkčné, konštrukčné a materiálové parametre navrhovaného produktu. V prípade prenosného variča na biomasu neslúži táto časť len na pochopenie mechanickej stavby, ale aj na analýzu termodynamických procesov a energetickej transformácie. Výstupom tejto analýzy sú technické limity (napr. teplotná odolnosť materiálov, priestorové nároky elektroniky), ktoré priamo podmieňujú výsledné tvaroslovie a ergonomické kvality dizajnu.

### 2.2.1 Princíp spaľovania biomasy a základná stavba variča

Aby varič dosahoval vysokú účinnosť a čistú prevádzku, musí jeho konštrukcia rešpektovať proces pyrolýzy – termického rozkladu dreva, pri ktorom dochádza k uvoľňovaniu horľavých plynov. Na rozdiel od otvoreného ohniska moderný varič nepracuje len s priamym horením tuhého paliva, ale s riadeným spaľovaním týchto plynov.

Základné komponenty variča na biomasu:

- Spaľovacia komora (Ohnisko): Jadro variča, ktoré musí byť tepelne izolované, aby sa udržala vysoká teplota potrebná pre dokonalé splyňovanie. [16]

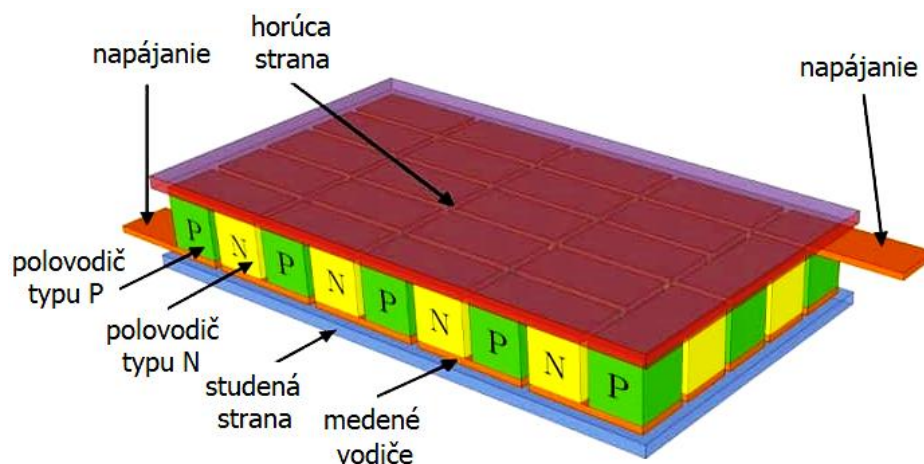
- Dvojitý plášť a predhrev vzduchu: Konštrukcia s medzipriestorom umožňuje nasávanému vzduchu ohriať sa o steny komory predtým, než vstúpi do zóny horenia. Tým sa zabráňuje ochladzovaniu plameňa a zvyšuje sa celková účinnosť.
- Systém trysiek pre sekundárne spaľovanie: Otvory umiestnené v hornej časti komory. Vháňajú horúci vzduch do dymu (nespálených plynov), čím dochádza k ich zapáleniu. Tento proces dramaticky znižuje emisie pevných častíc a tvorbu sadzí na riade. [17]

Rošt a popolník: Zabezpečujú separáciu tuhého paliva od popola a umožňujú prísun primárneho vzduchu k základni ohňa.

Z hľadiska dizajnu je táto stavba determinovaná potrebou vytvoriť tzv. komínový efekt, ktorý zabezpečuje prirodzené prúdenie vzduchu. Pri aktívnych systémoch s ventilátorom sa však tento princíp dopĺňa o mechanické vháňanie vzduchu, čo umožňuje zmenšiť rozmery komory pri zachovaní vysokého výkonu. [18]

## 2.2.2 Termoelektrický jav a energetický manažment

Integrácia technológie výroby elektrickej energie priamo z procesu varenia mení varič z pasívneho objektu na aktívny energetický systém. Tento proces je založený na princípe Seebeckovho javu, čo je fyzikálny jav, pri ktorom vzniká elektrické napätie v dôsledku rozdielu teplôt medzi dvoma rôznymi elektrickými vodičmi alebo polovodičmi.



Obr. 2-11 Schéma princípu Peltierovho javu [19]

#### A. TEG článok (Termoelektrický generátor):

V konštrukcii kempingových varičov sa využívajú polovodičové moduly (často na báze teluridu bizmutu). Pre generovanie prúdu je nevyhnutné zabezpečiť tzv. teplotný spád. Jedna strana článku (horúca) je v kontakte s tepelnou sondou zasahujúcou do ohniska, zatiaľ čo druhá strana (studená) musí byť efektívne chladená. Napätie, ktoré článok produkuje, je priamo úmerné tomuto rozdielu teplôt. Z pohľadu dizajnu to znamená, že čím lepšie dokážeme „studenú“ stranu odizolovať od ohňa a ochladiť ju, tým vyšší výkon získame. [20]

#### B. Tepelný manažment a chladenie:

Keďže TEG články majú limitovanú maximálnu prevádzkovú teplotu (zvyčajne do 250 – 350 °C), dizajn musí obsahovať ochranné prvky, ktoré zabránia ich roztaveniu.

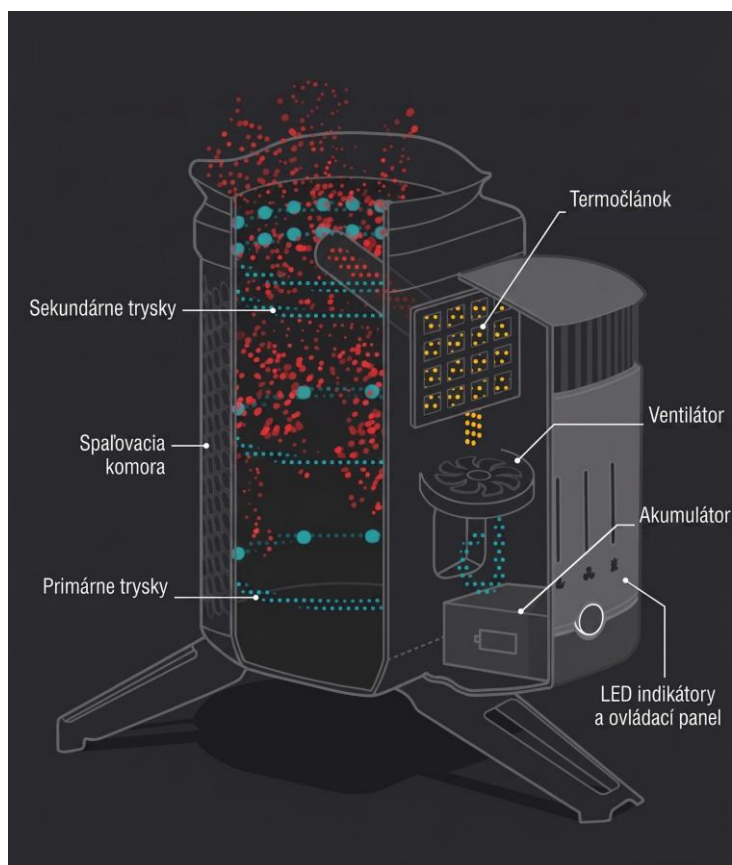
- Pasívne chladenie: Hliníkové rebrovanie (chladič), ktoré zväčšuje plochu pre odvod tepla.
- Aktívne chladenie: Ventilátor, ktorý časť produkovanej energie spotrebúva na to, aby ofukoval chladič TEG článku. Tento uzavretý cyklus je kľúčový pre stabilitu systému. [21]

#### C. Energetická bilancia a ukladanie energie:

Elektrina vyrobená TEG článkom sa v moderných zariadeniach neposiela priamo do ventilátora, ale prechádza cez riadiacu elektroniku. Tá obsahuje Li-ion akumulátor: Slúži ako zásobník energie. Umožňuje štart ventilátora ešte pred tým, než sa oheň dostatočne rozhorí a začne vyrábať prúd. [22]

### 2.2.3 Detailná analýza referenčného produktu: BioLite CampStove 2+

Pre hlbšie pochopenie integrácie technológií do funkčného celku je nevyhnutné analyzovať model CampStove 2+ od spoločnosti BioLite. Tento produkt slúži ako technologický benchmark, pretože úspešne vyriešil koexistenciu extrémneho tepla a citlivej elektroniky v kompaktnom balení.



Obr. 2-12 Konštrukčná schéma a komponenty variča BioLite CampStove, upravené [23]

#### A. Skladba komponentov a vnútorná architektúra

Zariadenie je konštrukčne rozdelené na dva hlavné moduly: spaľovaciu jednotku a oranžový technologický modul.

- Tepelná sonda: Ide o kovový trň vyčnievajúci z technologického modulu priamo do stredu spaľovacej komory. Sonda zachytáva teplo plameňa a vedie ho k TEG článku.
- TEG modul a chladič: Nachádza sa v mieste spojenia sondy a oranžového krytu. Na studenej strane TEG článku je umiestnený hliníkový pasívny chladič, ktorý je neustále ofukovaný vnútorným prúdom vzduchu.
- Ventilátor a vzduchové kanály: Ventilátor nasáva vzduch cez spodné otvory modulu. Časť vzduchu smeruje na chladenie elektroniky a TEG článku, zatiaľ čo zvyšok je vŕhaný cez dýzy do spaľovacej komory na podporu horenia. [24]

## B. Materiálové riešenie

Voľba materiálov je v tomto produkte podmienená ich tepelnou vodivosťou a odolnosťou:

- Nerezová oceľ (vnútorná komora): Zvolená pre schopnosť odolávať vysokým teplotám bez deformácie a korózie.
- Hliníkové zliatiny (chladič a sonda): Vybrané pre vynikajúcu tepelnú vodivosť, ktorá je kľúčová pre efektivitu TEG článku.
- Vysokoteplotný polykarbonát (oranžový kryt): Plastové časti sú navrhnuté tak, aby izolovali elektroniku a zároveň poskytovali bezpečný povrch pre manipuláciu („cool-touch“ prvky). [25]

## C. Funkčnosť a užívateľské rozhranie

Interakcia s produktom je navrhnutá s dôrazom na jednoduchosť (plug-and-play). Ovládací panel obsahuje:

- LED indikátor intenzity ohňa: Informuje používateľa, či je teplota v komore dostatočná na generovanie elektriny.
- LED indikátor rýchlosti ventilátora: Umožňuje reguláciu v štyroch stupňoch, čím používateľ priamo ovplyvňuje výkon variča.
- LED indikátor stavu batérie: Ukazuje úroveň nabitia interného akumulátora, ktorý má kapacitu 3200 mAh.
- Inteligentný mikroprocesor: Automaticky riadi otáčky ventilátora na základe teploty sondy, aby sa zabránilo prehriatiu TEG článku. [26]

Z hľadiska priemyselného dizajnu je BioLite CampStove 2+ príkladom modulárnej integrácie, kde je technológia vnímaná ako prídavná hodnota k tradičnému vareniu na dreve. Pre tvoj návrh je dôležitým poznatkom práve nutnosť oddelenia elektroniky od sálavého tepla komory, čo BioLite rieši odsadením modulu na bočnú stranu.

### 2.2.4 Ergonómia a bezpečnosť

V dizajne outdoorového variča nie je ergonómia len otázkou pohodlia, ale predovšetkým bezpečnosti a efektivity prevádzky v nestabilnom vonkajšom prostredí. Pri návrhu zariadenia, ktoré kombinuje otvorený oheň a mechanické komponenty, je nutné analyzovať interakciu používateľa s produktom v troch fázach: príprava, varenie a balenie.

A. Stabilita a statické ťažisko: Varič na drevo je z hľadiska bezpečnosti kritickým objektom, pretože na rozdiel od plynových varičov obsahuje horúce uhlíky.

- Základňa: Analyzované produkty využívajú buď trojnožku (BioLite), alebo plochú kruhovú základňu (Solo Stove). Pre priemyselný dizajn je kľúčové, aby ťažisko zostalo nízko aj po položení plnej nádoby s vodou.

- Povrch: Konštrukcia nôh musí počítať s nerovnosťami terénu (kamene, tráva, piesok). Flexibilné alebo výklopné nohy zvyšujú stabilitu a adaptabilitu produktu.

B. Manipulačné zóny a tepelná izolácia: Dizajn musí jasne definovať „horúce“ a „studené“ zóny.

- Úchopy: Pri varičoch na biomasu je dôležitá možnosť manipulácie so zariadením aj počas horenia (napr. pri potrebe premiestnenia kvôli vetru). Riešením sú buď silikónové rukoväte, drevené madlá (Petromax), alebo drôtené konštrukcie, ktoré vďaka nízkej tepelnej vodivosti a prúdeniu vzduchu zostávajú chladné.
- Prikladanie paliva: Ergonómia otvoru na prikladanie musí umožniť vkladanie dreva bez nutnosti dvíhať horúcu nádobu. Šikmé alebo bočné otvory (Rocket Stove princíp) sú z tohto pohľadu najefektívnejšie.

C. Senzorická spätná väzba a ovládanie: Keďže tvoj návrh obsahuje ventilátor, ovládacie prvky musia byť intuitívne:

- Hmatová odozva: Tlačidlá by mali mať jasný „klik“, aby ich bolo možné ovládať aj v rukaviciach.
- Vizuálna signalizácia: LED diódy by mali byť viditeľné aj na priamom slnku, pričom farby by mali zodpovedať štandardom (červená – nebezpečenstvo/teplo, modrá/zelená – stav batérie/bezpečná teplota).

## 2.2.5 Analýza materiálov a výrobných technológií

Priemyselná výroba kempingových varičov sa opiera o materiály, ktoré dokážu odolávať cyklickému tepelnému namáhaniu (rozťahovaniu a sťahovaniu) bez straty štrukturálnej integrity. Výber materiálu priamo ovplyvňuje výslednú hmotnosť, cenu a estetiku produktu.

A. Nerezová oceľ (Triedy 304, 316, 430): Je najbežnejším materiálom pre spaľovacie komory a telá varičov.

- Vlastnosti: Vysoká odolnosť voči korózii a oxidácii pri vysokých teplotách, relatívne nízka cena.
- Technológia spracovania: Hlavnou metódou je lisovanie a hlboké ťahanie z tenkých plechov (0,5 mm – 1,0 mm). Týmto procesom sa vytvárajú valcové telá bez nutnosti zvarovania dlhých spojov. Perforácie pre prívod vzduchu sa realizujú vysekávaním alebo laserovým rezaním, ktoré poskytuje čistú hranu bez otrepov. Jednotlivé komponenty (napr. nožičky) sa spájajú bodovým zvarovaním alebo nitovaním, čo umožňuje čiastočný pohyb materiálu pri tepelnej dilatácii. [27]

B. Zliatiny titánu (Grade 1 alebo 2): Používané v prémiových „ultra-light“ modeloch.

- Vlastnosti: Extrémne nízka hmotnosť (asi o 45 % ľahší ako oceľ pri podobnej pevnosti) a charakteristická modrastá patina po zahriatí.
- Technológia spracovania: Titán je náročnejší na spracovanie, vyžaduje špeciálne nástroje na strihanie a zváranie v ochrannej atmosfére (Argón), aby sa zabránilo krehnutiu spojov. Často sa využíva laserové rezanie kvôli minimalizácii odpadu drahého materiálu. [29]

C. Hliníkové zliatiny: Využívajú sa najmä na komponenty, ktoré nie sú v priamom kontakte s najhorúcejšou časťou plameňa, alebo na komponenty vyžadujúce odvod tepla.

- Vlastnosti: Skvelá tepelná vodivosť, nízka hmotnosť.
- Technológia spracovania: Tlakové liatie (pre zložité tvary horákov alebo základní) alebo extrudovanie (pre chladiace rebrá TEG modulov). Povrch sa často upravuje anodickou oxidáciou (eloxovaním), ktorá vytvára tvrdú ochrannú vrstvu a umožňuje farebnú modifikáciu (napr. čierne chladiče pre lepšie vyžarovanie tepla). [28]

D. Technické plasty a polyméry: V prípade technologických varičov (ako BioLite) tvoria vonkajšie puzdrá elektroniky.

- Vlastnosti: Tepelná izolácia a možnosť integrácie zložitých detailov.
- Technológia spracovania: Vstrekovanie do foriem (Injection Molding). Používajú sa polyméry s vysokou tepelnou odolnosťou, ako napríklad nylon plnený sklenými vláknami (PA66-GF30) alebo polykarbonát (PC), ktoré si zachovávajú pevnosť aj pri blízkosti zdroja tepla.

## 3 ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE

### 3.1 Analýza problému

Súčasný trh s outdoorovými varičmi ponúka širokú škálu riešení, z ktorých každé nesie špecifické technologické a užívateľské kompromisy. Pri hlbšej analýze zistujeme, že hoci sú súčasné systémy vysoko efektívne, často zlyhávajú v oblastiach dlhodobej udržateľnosti, logistiky paliva alebo celkovej geometrickej integrity.

#### 3.1.1 Limity konvenčných systémov

Plynové variče: Predstavujú súčasný priemyselný štandard vďaka okamžitému výkonu. Ich hlavným problémom je však úplná závislosť od externého dodávateľského reťazca a produkcia nerecyklovateľného odpadu (jednorazové kartuše). V extrémnych podmienkach alebo pri dlhých expedíciách sa prázdna kartuša stáva mŕtvou váhou, zatiaľ čo plná predstavuje bezpečnostné riziko pri preprave.

Benzínové a viacpalivové variče: Ponúkajú vysoký výkon aj v mrazoch, no ich obsluha je technicky náročná a spojená s rizikom úniku paliva, zápachom a nutnosťou pravidelnej, špinavej údržby trysiek.

Pasívne variče na biomasu (tzv. „drievkače“): Hoci sú ekologické a využívajú lokálne zdroje, trpia nízkou účinnosťou. Spaľovanie je neúplné, sprevádzané hustým dymom a tvorbou dechtu, ktorý nenávratne znečisťuje varné nádoby a zvyšok výstroja.

#### 3.1.2 Technologické bariéry "High-tech" riešení na biomasu

Implementácia technológie núteného obehu vzduchu pomocou ventilátora a TEG článkov (termoelektrických generátorov) predstavuje pokus o premostenie archaického ohňa s moderným inžinierstvom. Analýza však odhalila tri zásadné nedostatky súčasných implementácií:

Geometrická neohrabanosť: Väčšina výkonných technologických varičov na biomasu je navrhnutá ako monolitické celky. V batožine zaberajú neúmerne veľa miesta a ich pevný tvar neumožňuje efektívne využitie priestoru v ruksaku. Používateľ je tak nútený voliť medzi kompaktným, ale neefektívnym riešením a výkonným, ale neskladným systémom.

Vizuálna a funkčná nesúrodosť: Súčasný produkty často pôsobia ako náhodné spojenie plechovej spaľovacej komory a „elektronického batoha“. Chýba im integrácia komponentov do jedného celistvého objektu. Tento „ad-hoc“ prístup zvyšuje riziko mechanického poškodenia vyčnievajúcich častí v náročnom teréne.

Užívateľská bariéra v čistote: Nedostatočná kalibrácia prívodu vzduchu pri prechodných stavoch (rozpaľovanie/dohoríevanie) stále vedie k tvorbe sadzí. Pri rýchlych presunoch, kde je hygiena vybavenia prioritou, sa znečistený varič stáva prekážkou, čo odrádza moderného používateľa od opustenia komfortnej zóny plynových systémov.

### 3.1.3 Identifikácia príležitosti

Analýza potvrdzuje, že na trhu absentuje produkt, ktorý by transformoval spaľovanie biomasy na čistý, vysoko kontrolovaný proces bez estetických a geometrických kompromisov. Existuje jasný priestor pre varič, ktorý by v sebe integroval inteligentnú reguláciu horenia do kompaktného, modulárneho tela, ktoré rešpektuje nároky na priestor a zároveň poskytuje pridanú hodnotu v podobe výroby elektrickej energie.

## 3.2 Analýza, interpretácia a zhodnocenie poznatkov z rešerš

Vykonaný rešerš potvrdil, že súčasný trh outdoorového vybavenia ponúka technologicky vyspelé riešenia, ktoré však často zlyhávajú v oblasti užívateľskej sémantiky a estetickej integrity. Interpretácia získaných dát poukazuje na výrazný nesúlad medzi funkčným potenciálom termoelektrickej generácie a jej doterajšou neohrabanou aplikáciou. Väčšina analyzovaných produktov pôsobí vizuálne nesúrodým dojmom, kde je technologický modul vnímaný len ako dodatočný prídavok k telu variča. Zhodnotenie týchto poznatkov viedlo k rozhodnutiu navrhnuť varič ako jeden kompaktný, geometricky definovaný celok, ktorý namiesto vizuálneho chaosu ponúka jasnú a zrozumiteľnú formu.

Z hľadiska ergonómie a skladovateľnosti rešerš identifikoval kritický nedostatok v monolitickej a nepoddajnej geometrii existujúcich zariadení. Tieto produkty nerešpektujú priestorové limity batožiny ani potrebu jednoduchej údržby v teréne. Interpretácia týchto zistení sa v mojom návrhu premietla do vertikálneho členenia komponentov a implementácie vyklápacích prvkov, ktoré maximalizujú stabilitu pri zachovaní minimálneho transportného objemu. Tento prístup umožňuje odklon od tradičného „plechovkového“ tvaru k sofistikovanému objektu, ktorý je ľahko servisovateľný a priestorovo úsporný.

Záverečné zhodnotenie environmentálnych dopadov rešeršovaných riešení zdôraznilo potrebu prísnejšej aplikácie filozofie „Leave No Trace“. Kým plynové systémy zanechávajú materiálový odpad v podobe kartuší, bežné variče na drevo často tepelne poškadzujú pôdne podlažie. Môj návrh interpretuje tieto riziká prostredníctvom vyvýšenej konštrukcie a inteligentnej regulácie spaľovania, čím sa minimalizuje environmentálna stopa. Výsledná syntéza poznatkov tak definuje varič Vespillo nie ako izolovaný nástroj, ale ako autonómny, ekologicky zodpovedný systém, ktorý premieňa archaický proces varenia na moderný technologický rituál.

### 3.3 Ciele práce

Ciele práce budú počas samotného procesu navrhovania dôležitým ukazovateľom, ktorým smerom sa uberať a nestratiť sa v komplexnosti technických požiadaviek. Poslúžia však aj na porovnanie variantných návrhov medzi sebou, kde sa popri nich dajú dobre využiť aj hodnotené parametre produktov na trhu, analyzované v predchádzajúcich kapitolách.

#### 3.3.1 Hlavný cieľ

Design prenosného kempingového variča na drevo, ktorý bude integrovať moderné technológie riadeného spaľovania (TEG a ventilátor) do vysoko kompaktného a vizuálne uceleného formátu. Najväčšou pridanou hodnotou a inovatívnosťou návrhu by mala byť optimalizácia pomeru medzi výkonom a skladnosťou, čoho by som chcel dosiahnuť uvažovaním o priestorových nárokoch a transporte už od počiatku samotného procesu navrhovania. Mojm názorom a očakávaním je, že takto navrhovaný produkt predstaví plnohodnotnú alternatívu k bežným plynovým systémom, pričom využije prírodné palivo v kombinácii s čistou prevádzkou a jednoduchou prenosnosťou.

#### 3.3.2 Čiastkové ciele

Budú potrebné k úspešnému dosiahnutiu spomínanej inovatívnosti a kvality používateľského zážitku.

- Navrhnuť tvar variča, ktorý bude rešpektovať a zdôrazňovať prúdenie vzduchu a smer, ktorým sa prikladá palivo, čím sa zvýši intuitívnosť obsluhy.
- Vytvoriť bez použitia zraku rozeznateľné ovládacie prvky ventilátora, ktoré budú svojím tvarom alebo textúrou jasne komunikovať svoju funkciu a umožnia ovládanie v rukaviciach či v tme.

- Zároveň zachovať jednoduché ovládanie a nepridávať navyše technológie, ktoré nebudú nevyhnutné (napríklad zväžiť reálnu potrebu nabíjania externých zariadení na úkor spoľahlivosti).
- Odovzdať spätnú väzbu používateľovi o stave horenia a batérie bez nutnosti neustáleho sledovania displeja, napríklad prostredníctvom výraznej svetelnej signalizácie alebo mechanických indikátorov.
- Integrovať riešenie do kompaktného systému, ktorý uvažuje o vzájomnom súlade variča a varnej nádoby pri transporte aj pri samotnom procese varenia.
- Zabezpečiť vysokú stabilitu a bezpečnosť na nerovnom povrchu prostredníctvom tvarového riešenia podstavy, ktorá minimalizuje riziko prevrhnutia horúceho zariadenia.

### 3.3.3 Benefičné ciele

Pri porovnávaní jednotlivých variantných riešení sa považujú za výhodné, avšak nie sú nutnosťou k dosiahnutiu hlavného cieľa.

- Ergonomické riešenie dovoľujúce manipuláciu a prenášanie zariadenia jednou rukou, čo zvyšuje pohotovosť pri zmene stanovišťa alebo úprave ohniska.
- Nastaviteľnosť a univerzálnosť podpier, ktoré by umožnili stabilitu nielen pre systémový hrniec, ale aj pre široké spektrum iných outdoorových nádob rôznych priemerov.
- Funkcia dovoľujúca jemnú reguláciu ventilátora, ktorá umožní nielen rýchly ohrev, ale aj úsporný režim pre dlhé varenie s nízkou spotrebou paliva.
- Tvarové alebo funkčné odlíšenie od ostatných varičov na trhu, ktoré by vytvorilo unikátnu estetickú stopu v segmente „high-tech“ outdoorového vybavenia.
- Kvalitné spracovanie, technologické aj materiálové, zamerané na dlhú životnosť produktu a odolnosť voči degradácii spôsobenej extrémnymi teplotnými cyklami.

## 3.4 Cieľová skupina

Cieľovou skupinou sú outdooroví nadšenci, expediční cestovatelia a milovníci bushcraftu, ktorých spája túžba po nezávislosti od civilizačnej infraštruktúry a fosílnych palív. Či už túžia po hlbokom prepojení s prírodou prostredníctvom tradičného varenia na ohni, alebo potrebujú spoľahlivý zdroj tepla v odľahlých oblastiach, spája ich biomasa ako médium, ktoré im to umožňuje docieľiť.

Je potrebné si u nich uvedomovať, že sa často pohybujú v extrémnych podmienkach, kde sú ich zmysly a motorika ovplyvnené únavou, chladom, rukavicami alebo zníženou viditeľnosťou. Ich interakcia so zariadením preto nesmie byť závislá len na vizuálnom vnímaní, ale musí byť intuitívna a čitateľná predovšetkým prostredníctvom hmatu a sluchu. Tento prístup k dizajnu zabezpečí, že varič bude bezpečne ovládateľný aj v situáciách, kedy je pozornosť používateľa rozptýlená prípravou paliva alebo nepriaznivým počasím.

### 3.5 Základné parametry a legislatívne obmedzenia

Pri návrhu prenosných zariadení na prípravu pokrmov v exteriéri je nevyhnutné vychádzať z fyzikálnych a legislatívnych limitov, ktoré definujú ich bezpečnú prevádzku a trhovú akceptovateľnosť. Medzi primárne parametre patrí predovšetkým optimalizácia pomeru medzi tepelným výkonom, hmotnosťou a transportným objemom. Štandardným cieľom v segmente kompaktných varičov je dosiahnutie výkonu umožňujúceho privedenie jedného litra vody do varu v čase pod 10 minút, pričom celková hmotnosť zostavy by nemala výrazne limitovať mobilitu užívateľa pri pešej turistike.

Z hľadiska legislatívy a noriem podliehajú tieto zariadenia prísnyim požiadavkám na požiaru bezpečnosť a stabilitu. Hoci pre variče na tuhé palivá neexistuje tak striktná certifikácia ako pri plynových zariadeniach (napr. EN 521), musia spĺňať všeobecné smernice o bezpečnosti výrobkov (2001/95/ES), ktoré vyžadujú elimináciu rizika popálenia a nežiaduceho úniku žeravých častíc mimo ohnisko. V prípade integrácie termoelektrických článkov a akumulátorov sa legislatívny rámec rozširuje o smernice týkajúce sa elektromagnetickej kompatibility (EMC) a nakladania s nebezpečnými látkami v elektronike (RoHS). Nevyhnutnou podmienkou pre uvedenie na európsky trh je získanie označenia CE, ktoré potvrdzuje, že produkt prešiel posúdením zhody a spĺňa všetky relevantné bezpečnostné, zdravotné a environmentálne štandardy.

### 3.6 Použité výrobné technológie, možný trh a cena

Vzhľadom na charakter produktu ako špecializovaného outdoorového zariadenia sa predpokladá ročná produkcia v rozsahu 3 000 až 5 000 ks. Tento objem umožňuje efektívne využitie priemyselných technológií, ako je lisovanie a hlboké ťahanie nerezových plechov pre spaľovaciu komoru a vstrekovanie odolných polymérov (PA66-GF) pre technologický modul. Pre vnútornú elektroniku (riadenie ventilátora a TEG modul) by bolo použité automatizované osádzanie plošných spojov (SMT).

Cieľový trh predstavujú špecializované outdoorové predajne a e-shopy zamerané na expedície a udržateľný turizmus v rámci EÚ a Severnej Ameriky.

Predpokladaná koncová cena je stanovená v rozmedzí 150 až 250 € v závislosti od kvality materiálového spracovania (nerez vs. titán) a kapacity integrovanej batérie.

## 4 VARIANTNÁ ŠTÚDIA DIZAJNU

### 4.1 Proces navrhovania

Proces hľadania optimálneho tvarového riešenia začal zachytávaním prvotných myšlienok a ich rozvíjaním na papieri pomocou skíc. Pri tvorbe som sa zameriaval na jasne definované objemy a geometrickú zrozumiteľnosť, čo je kľúčové pre intuitívnu orientáciu používateľa bez nutnosti neustálej vizuálnej kontroly. Keďže spaľovacia komora a technologický modul (obsahujúci TEG článok, ventilátor a akumulátor) predstavujú z hľadiska funkcie rovnocenné súčasti, snažil som sa predovšetkým o ich vzájomný konštrukčný a estetický súlad.

Nemenej dôležitým aspektom zvažovaným pri tvorbe bola ergonómia a bezpečnosť. Cieľom bolo navrhnuť systém, ktorý bude stabilný pri pevnom ustavení na nerovnom teréne a zároveň umožní bezpečnú manipuláciu s ovládacími prvkami v blízkosti zdroja tepla. Práve vzájomná poloha spaľovacieho jadra a citlivej elektroniky sa stala východiskom pre definovanie troch koncepčných variantov, ktoré sa líšia mierou integrácie, stabilitou a spôsobom prúdenia vzduchu.



Obr. 4-1 Koláž skíc

#### 4.1.1 Dôležité poznatky

- Odlíšenie sa proporciami hlavných rozmerov od existujúcich riešení.
- Logické oddelenie tepelnej a technologickej zóny.
- Integrácia výklopných alebo teleskopických podpier priamo do tela zariadenia.
- Využitie prúdenia vzduchu z ventilátora nielen na spaľovanie, ale aj ako aktívnu ochranu medzi horúcou komorou a elektronickými súčiastkami.
- Zameranie na hmatovú zrozumiteľnosť ovládacích prvkov, ktoré by mali svojím tvarom jasne indikovať svoju funkciu aj pri zníženej viditeľnosti alebo v rukaviciach.

#### 4.1.2 Výroba a testovanie variant

V počiatočnej fáze praktickej časti bol kladený dôraz na overenie ergonómie a celkového vizuálneho výrazu, ktorý mal v prvých konceptoch reflektovať organickejšie tvaroslovie. Pre efektívnu validáciu týchto návrhov bol zvolený kombinovaný proces prototypovania, spájajúci digitálnu precíznosť s manuálnym modelovaním.

Základnú konštrukciu spaľovacej komory som vyhotovil pomocou 3D tlače (technológia FDM), čo poskytlo stabilný skelet s presnými rozmermi. Na tento funkčný základ som následne nanášal dizajnérsku hlinu (clay). Týmto spôsobom som v mierke 1:1 modeloval rukoväť, ktorá zároveň slúži ako puzdro pre elektronický modul. Táto technika mi umožnila operatívne meniť sklon, hrúbku a zakrivenie ovládacích častí a v reálnom čase testovať ich úchop a interakciu s používateľom.

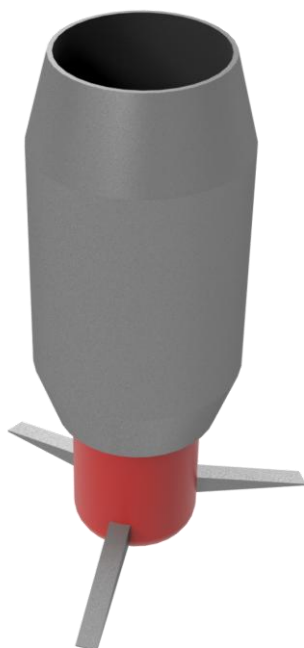


Obr. 4-2 Prototypy

Na základe poznatkov z manuálneho modelovania a po prehodnotení smerovania dizajnu k technickejšej estetike boli vygenerované ďalšie varianty. Tie už boli v plnom rozsahu vytlačené ako kompletne 3D modely, čo umožnilo presné porovnanie proporcií medzi spaľovacou komorou a objemom technologického bloku. Tento iteratívny proces bol kľúčový pre finálnu optimalizáciu dispozície komponentov a viedol k definitívnemu tvarovému riešeniu, ktoré úspešne integruje technológiu núteného obehu vzduchu do kompaktného celku.

## 4.2 Varianta 1 Vertikálna integrácia

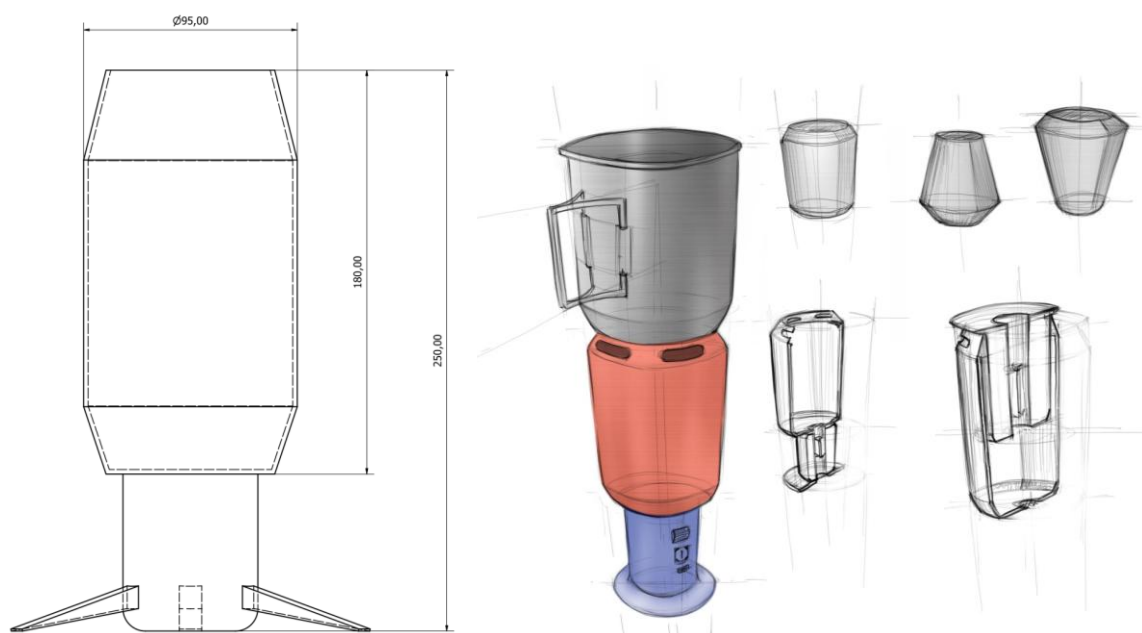
Svojím tvarom dáva tento variant vyniknúť čistej rotačnej symetrii, kde technologický modul plynule nadväzuje na spodnú hranu spaľovacej komory. Stávajú sa tak jedným vizuálnym celkom nielen svojou funkciou, ale aj valcovým tvaroslovím s výraznými zaobleniami na hranách, ktoré v kompozícii tvoria balanc a pri manipulácii prirodzene padnú do dlaní.



Obr. 4-3 3D vizualizácia varianty I

Z technického hľadiska toto usporiadanie využíva prirodzenú stratifikáciu tepla – keďže horúci vzduch stúpa nahor, citlivá elektronika v spodnej časti je prirodzene chránená pred kritickým prehriatím. Vzduch vháňaný ventilátorom zo základne preteká pozdĺž celého plášťa komory, čím sa efektívne predhrieva skôr, než dosiahne vrchné trysky. Tento proces nielen zvyšuje účinnosť spaľovania, ale zároveň slúži ako vzduchová izolácia medzi vnútorným ohniskom a vonkajším obalom.

Z hľadiska ergonomie prináša tento variant unikátne riešenie „hniezdienia“. Po ukončení varenia je možné technologický modul oddeliť a vložiť ho priamo do vnútra spaľovacej komory. Vďaka premyslenému polomeru modulov vzniká medzi stenami komory a elektronikou voľný priestor, čo zaručuje, že technologická časť zostane čistá a bez nánosov popola. Ovládacie prvky sú bezpečne situované v spodnej, najchladnejšej zóne, čo umožňuje ich intuitívne nahmatanie a obsluhu aj v podmienkach zníženej viditeľnosti bez rizika popálenia.



Obr. 4-4 Základné rozmery a digitálna skica varianty I

Kľúčové prvky a postrehy k variantu:

- Stabilizácia ťažiska: Hoci sa vizuálne ťažisko posúva vyššie, hmotnosť akumulátora a komponentov v spodnej základni pôsobí ako balast, ktorý zabezpečuje stabilitu aj pri použití väčších nádob.
- Integrovaná podstava: Výklopné nohy sú priamou súčasťou technologického modulu, čím podčiarkujú jeho nosnú funkciu.

- Minimalistické ovládanie: Rozhranie tvoria nízko profilové tlačidlá s hmatovým odlišením pre reguláciu otáčok ventilátora a manuálne nastavenie pomeru vzduchu do primárnych a sekundárnych trysiek.
- Plniaci otvor: Výzvou zostáva zakomponovanie bočného otvoru na biomasu tak, aby nenarušil čistotu rotačného tvaru, čo je možné riešiť miernym skosením hornej hrany alebo asymetrickým výrezom, ktorý zároveň určí smerovosť variča.
- Elektrické zapáľovanie: Integrácia žeraviaceho prvku v spodnej časti roštu by eliminovala potrebu externých zapáľovačov, čím by sa ešte viac posilnila autonómia zariadenia.

### 4.3 Variant 2: Monolitický plášť

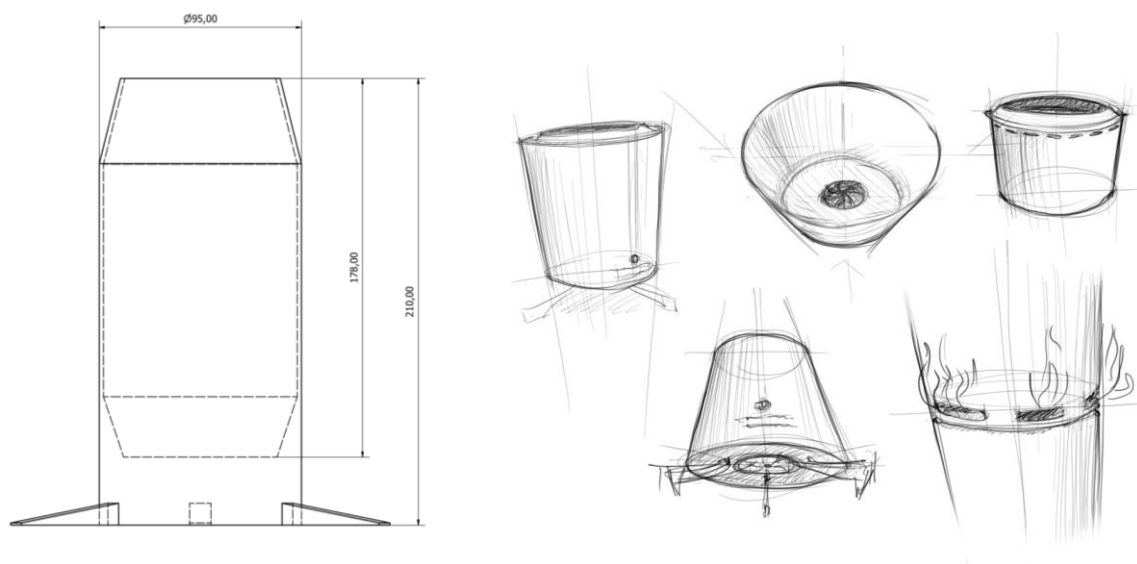
Svojím tvarom dáva tento variant vyniknúť absolútnej vizuálnej celistvosti. Spaľovacia komora a technologický modul sú ukryté pod spoločným vonkajším plášťom, ktorý plynule prechádza od základne až k hornému okraju. Tento prístup vytvára dojem stability a robustnosti, pričom eliminuje akékoľvek vizuálne rušivé spoje. Na spodných hranách a obvode sú využité veľké rádiusy, vďaka čomu zariadenie pôsobí mätko a bezpečne, čo v kompozícii tvorí balanc k surovosti ohňa vo vnútri.



Obr. 4-5 3D vizualizácia varianty II

Z technického hľadiska prináša monolitické riešenie výhodu v podobe integrovaného nasávania a distribúcie vzduchu. Vonkajší plášť funguje ako dodatočná izolačná vrstva, ktorá chráni používateľa pred priamym dotykom s horúcou komorou. Kritickým aspektom, na ktorý bolo pri návrhu myslené, je však manažment tepla pre elektro-komponenty. Keďže sa teplo môže kumulovať pod spoločným krytom, riešením je vytvorenie riadeného prúdenia vzduchu medzi plášťom a komorou, ktoré neustále ochladzuje vnútorný priestor s elektronikou.

Z hľadiska ergonómie a údržby je tento variant štruktúrovaný do troch hlavných segmentov: vonkajší plášť, spaľovacie jadro a technologický modul. Hoci je zostava komplexnejšia, umožňuje dosiahnuť vysokú mieru stability bez potreby prídavných nožičiek. Široká základňa plášťa zabezpečuje pevné ustavenie aj na mäkkom podklade. Do samotného tela plášťa je navyše ergonomicky zapracovaný otvor na vhadzovanie biomasy, ktorý vďaka plynulému tvarovaniu nadväzuje na krivky zariadenia a prirodzene navádza ruku používateľa.



Obr. 4-6 Základné rozmery a digitálna skica varianty II

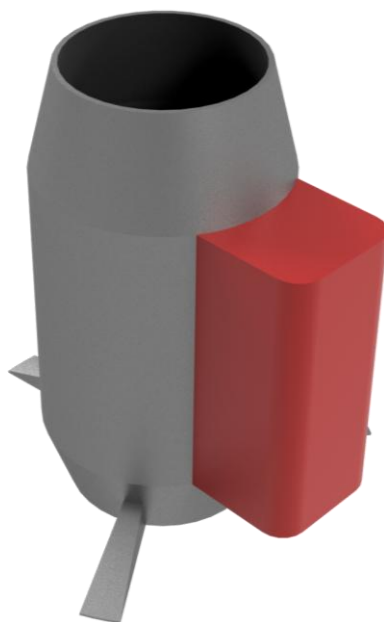
Kľúčové prvky a postrehy k variantu:

- Vizuálna čistota: Všetky technické prvky, káble a spoje sú skryté vnútri, čo uľahčuje čistenie vonkajšieho povrchu a zvyšuje estetickú hodnotu produktu.
- Ochrana ovládacích prvkov: Tlačidlá a indikátory môžu byť zapustené priamo do plochy plášťa, čím sú chránené pred mechanickým poškodením pri transporte.

- Tepelná bariéra: Vzduchová medzera medzi komorou a plášťom pôsobí ako pasívny izolant, vďaka čomu je varič bezpečný na dotyk (tzv. „cool-touch“ povrch) aj počas plnej prevádzky.
- Servis a oprava: Rozdelenie na tri moduly uľahčuje prípadnú opravu alebo výmenu elektroniky, pričom spaľovacia komora zostáva ľahko vyberateľná pre potreby dôkladného zbavenia sa popola a sadzí.
- Intuitívne prikladanie: Otvor v plášti môže byť navrhnutý s lievikovitým nábehom, čo umožňuje pohodlné vhadzovanie drobnej biomasy bez nutnosti presného mierenia.

## 4.4 Variant 3: Laterálna konfigurácia

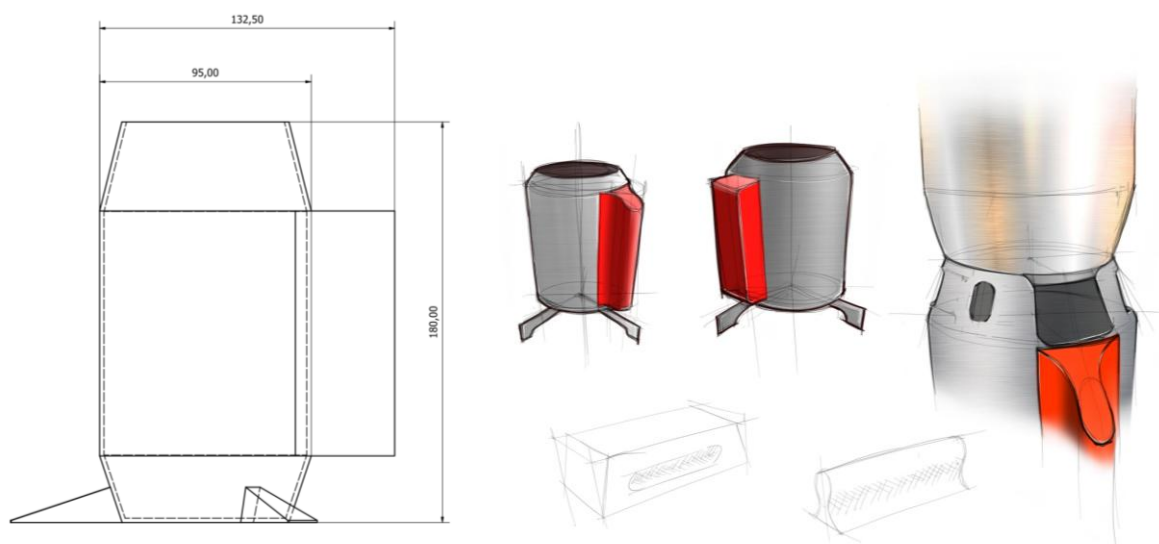
Svojím tvarom dáva tento variant vyniknúť asymetrii a nízkemu profilu. Elektro-modul nie je súčasťou vertikálneho stĺpca, ale je umiestnený na boku spaľovacej komory. Tento prístup výrazne redukuje celkovú výšku zariadenia, čím sa prirodzene znižuje ťažisko a dramaticky zvyšuje stabilita na nerovnom teréne. Kompozícia tak nepôsobí ako monolit, ale skôr ako funkčná sústava dvoch prepojených telies, ktoré si jasne rozdeľujú svoje úlohy – generovanie tepla a spracovanie energie.



Obr. 4-7 3D vizualizácia varianty III

Z technického hľadiska je najväčšou výhodou absolútne tepelné oddelenie. Elektronika sa nachádza mimo hlavného prúdu stúpajúceho horúceho vzduchu, čo minimalizuje nároky na interné chladenie technologického modulu. Asymetria tvaru navyše otvára nové možnosti pre prívod primárneho vzduchu; ventilátor vháňa vzduch priamo do boku komory, čo vytvára silné cyklónové prúdenie vo vnútri ohniska. Práve absencia rotačnej symetrie umožňuje dizajnovu integrovať priestranný bočný otvor na vhadzovanie biomasy bez toho, aby bol narušený vizuálny kód zariadenia.

Z hľadiska ergonómie a manipulácie je tento variant najviac „priamočiary“. Bočné umiestnenie elektro-modulu vytvára prirodzené držadlo (grip), ktoré umožňuje pevný úchop a bezpečnú manipuláciu s varičom aj počas jeho prevádzky. Ovládacie prvky sú v tejto konfigurácii najlepšie prístupné – nachádzajú sa na prednom paneli modulu, otočené priamo k používateľovi. Celá zostava je navrhnutá tak, aby sa elektro-modul dal v prípade potreby odňať (napríklad pre samostatné nabíjanie v stane), čím sa zvyšuje univerzálnosť produktu.



Obr. 4-8 Základné rozmery a digitálna skica varianty III

Kľúčové prvky a postrehy k variantu:

- Nízke ťažisko: Horizontálne rozloženie komponentov zaručuje, že varič je takmer nemožné prevrhnúť, a to ani pri použití veľkých a ťažkých varných nádob.
- Smerovosť dizajnu: Asymetrický tvar jasne definuje „prednú“ časť s ovládaním a „zadnú“ časť pre odvod spalín, čo zjednodušuje orientáciu používateľa v teréne.
- Modularita: Možnosť oddelenia technologického modulu uľahčuje balenie; modul sa môže pre transport vložiť do vnútra komory, čím sa eliminuje jeho vytrčanie do priestoru batohu.

- Prístup k palivu: Absencia rotačnej symetrie dovoľuje navrhnuť široký plniaci otvor, ktorý pojme aj rozmernejšie kusy biomasy, čím sa znižuje frekvencia prikladania.
- Uživatelské rozhranie: Väčšia plocha bočného modulu poskytuje priestor pre prehľadnejšie usporiadanie ovládacích prvkov a výraznejšiu svetelnú signalizáciu stavu systému.

## 4.5 Zhodnotenie variantov a výber finálneho riešenia

Porovnanie navrhovaných variantov prebehlo na základe kritérií stanovených v cieľoch práce, pričom hlavný dôraz bol kladený na stabilitu, výrobitelnosť a efektívny manažment tepla. Hoci Variant 1 a 2 prinášali inovatívne možnosti v oblasti vizuálnej integrácie a kompaktného „hniezdenia“, hlbšia technická analýza odhalila ich kritické limity.

V prípade vertikálnych riešení (Variant 1 a 2) sa ako hlavný problém ukázal prenos tepla k TEG článku. Umiestnenie modulu na spodok vyžaduje zložité a nákladné tepelné mosty (heat pipes), ktoré by museli viesť energiu z najteplejšej zóny v hornej časti komory smerom nadol. Takéto riešenie by výrazne zvýšilo výrobnú cenu, hmotnosť a poruchovosť zariadenia, pričom by hrozilo prehrievanie akumulátora v uzavretom priestore pod ohniskom.



Obr. 4-9 Porovnanie 3 variant

| Parameter           | Variant 1 | Variant 2    | Variant 3  |
|---------------------|-----------|--------------|------------|
| Vizuálna celistvosť | Vysoká    | Maximálna    | Stredná    |
| Stabilita (ťažisko) | Nízka     | Stredná      | Vysoká     |
| Tepelná bezpečnosť  | Riziková  | Kritická     | Vynikajúca |
| Výrobná náročnosť   | Vysoká    | Veľmi vysoká | Optimálna  |
| Skladovateľnosť     | Výborná   | Stredná      | Dobrá      |

Tab. 4-1 Porovnanie kľúčových parametrov variantov

Na základe týchto skutočností som pre ďalšie rozpracovanie vybral Variant 3 (Laterálna konfigurácia). Toto riešenie predstavuje najracionálnejší prienik medzi funkčnosťou a dizajnom.

Zdôvodnenie výberu:

- Technická spoľahlivosť: Bočné umiestnenie modulu umožňuje priamy kontakt tepelnej sondy s plameňom v najteplejšej zóne bez potreby zložitých rozvodov tepla.
- Prirodzené chladenie: Oddelenie elektrotechnickej časti od spaľovacieho jadra zaručuje dlhú životnosť komponentov a bezpečnosť akumulátora.
- Pragmatická stabilita: Horizontálne rozloženie hmotnosti vytvára najbezpečnejšiu základňu pre varenie v outdoorových podmienkach.
- Dizajnérska výzva: Napriek tomu, že ide o overený koncept, zvolený variant ponúka široký priestor pre inováciu v oblasti tvaroslovia, ergonómie úchopu a integrácie ovládacích prvkov, ktoré budú v ďalšej fáze kľúčové pre odlíšenie sa od existujúcej konkurencie.

Výberom tretieho variantu sa vraciam k princípu „forma nasleduje funkciu“, kde je technická úprimnosť zariadenia priznaná a využitá ako hlavný estetický prvok.

## 5 TVAROVÉ RIEŠENIE

### 5.1 Vývoj finálneho tvarovania

Zvolená finálna varianta predstavuje vyvrcholenie hľadania symbiôzy medzi surovou energiou ohňa a precíznosťou technológie. Dominantným prvkom spaľovacej komory sa stal kužeľovitý tvar, ktorý bol zvolený z viacerých strategických dôvodov. Okrem prirodzenej stability, ktorú poskytuje širšia základňa, zohráva kľúčovú úlohu v termodynamike celého procesu. S postupným stúpaním vzduchu nahor sa jeho prúdenie v zužujúcom sa priestore zrýchľuje, čo podporuje dýzový efekt a zvyšuje efektivitu spaľovania. Estetickú a funkčnú hodnotu vonkajšieho plášťa navyše zvyšuje špirálové prehĺbenie, ktoré predlžuje dráhu cirkulácie vzduchu po obvodě komory, čím sa dosahuje jeho lepšie predhriatie. Na vrchu komory sú situované precízne otvory pre kontrolovaný odvod plameňov a spalín, ktoré zároveň definujú vizuálne zakončenie spaľovacieho jadra.

Technologický modul, umiestnený laterálne, je koncipovaný v prísne funkčnom vertikálnom valcovitom tvare. Hoci si zachováva svoju robustnosť, na odvrátenej strane od komory prechádza do úzkej plochy, čím sa opticky odľahčuje. Ovládacie rozhranie je situované na úplne hornej ploche modulu, čo zaručuje jeho okamžitú viditeľnosť a ľahkú dostupnosť. Toto riešenie umožňuje plnohodnotné ovládanie zariadenia jednou rukou, čo je v outdoorovom kontexte podstatná ergonomická výhoda. Nasávanie vzduchu je strategicky umiestnené pod ovládacím panelom na zvislej zaoblenej ploche, čím je zabezpečená ochrana pred priamym dažďom a vniknutím vlhkosti do vnútorných obvodov.



Obr. 5-1 Testovanie modelu 1:1

Celková kompozícia elektro-modulu a jeho prepojenia s komorou nesie silný odkaz na funkčný dizajn. Modul je spojený s tepelným mostom v hornej časti a vyústením pre vŕhnutie vzduchu v spodnej časti komory. Toto riešenie mierne evokuje ucho šálky, čo je však priamym dopadom technických požiadaviek na tvar – medzi komorou a elektronikou musí byť zachovaný voľný priestor kvôli prevádzkovým teplotám. Strohosť a technická úprimnosť tohto spojenia komunikujú odolnosť a vysokú výdrž produktu v náročnom teréne.

Kritický parameter skladnosti bol vyriešený inovatívnym spôsobom uchytenia modulu vo vnútri komory. Vďaka špeciálnym drážkam na tepelnom moste je elektro-modul počas transportu bezpečne uchytený tak, aby sa nedotýkal vnútorných stien komory. Týmto spôsobom zostáva elektronika čistá a chránená pred zvyškami popola a sadzí. Stabilitu celého systému v rozloženom stave zabezpečujú nožičky vychádzajúce zo spodnej bočnej časti. Ich vyklápací mechanizmus je navrhnutý tak, aby v zloženom stave dokonale kopíroval líniu variča a nezaberal žiadny objem navyše, zatiaľ čo po rozložení poskytuje zariadeniu pevnú oporu, ktorá odoláva aj hmotnosti naplnených varných nádob. Finálny dizajn tak predstavuje kompaktný a logicky usporiadaný celok, kde každý tvarový detail priamo slúži užívateľskému komfortu a technickej efektívnosti.

## 5.2 Popis finálneho dizajnového riešenia

Zvolená finálna varianta predstavuje vyvrcholenie hľadania symbiózy medzi surovou energiou ohňa a precíznosťou technológie. Dominantným prvkom spaľovacej komory sa stal kužeľovitý tvar, ktorý bol zvolený z viacerých strategických dôvodov. Okrem prirodzenej stability, ktorú poskytuje širšia základňa, zohráva kľúčovú úlohu v termodynamike celého procesu. S postupným stúpaním vzduchu nahor sa jeho prúdenie v zužujúcom sa priestore zrýchľuje, čo podporuje dýzový efekt a zvyšuje efektívnosť spaľovania. Estetickú a funkčnú hodnotu vonkajšieho plášťa navyše zvyšuje špirálové prehĺbenie, ktoré predlžuje dráhu cirkulácie vzduchu po obvodu komory, čím sa dosahuje jeho lepšie predhriatie. Na vrchu komory sú situované precízne otvory pre kontrolovaný odvod plameňov a spalín, ktoré zároveň definujú vizuálne zakončenie spaľovacieho jadra.



Obr. 5-2 Perspektívne pohľady finálnej variant

Technologický modul, umiestnený laterálne, je koncipovaný v prísne funkčnom vertikálnom valcovitom tvare. Hoci si zachováva svoju robustnosť, na odvrátenej strane od komory prechádza do úzkej plochy, čím sa opticky odľahčuje. Ovládacie rozhranie je situované na úplne hornej ploche modulu, čo zaručuje jeho okamžitú viditeľnosť a ľahkú dostupnosť. Toto riešenie umožňuje plnohodnotné ovládanie zariadenia jednou rukou, čo je v outdoorovom kontexte podstatná ergonomická výhoda. Nasávanie vzduchu je strategicky umiestnené pod ovládacím panelom na zvislej zaoblenej ploche, čím je zabezpečená ochrana pred priamym dažďom a vniknutím vlhkosti do vnútorných obvodov.



Obr. 5-3 Detailné pohľady finálnej varianty

Celková kompozícia elektro-modulu a jeho prepojenia s komorou nesie silný odkaz na funkčný dizajn. Modul je spojený s tepelným mostom v hornej časti a vyústením pre vŕhnanie vzduchu v spodnej časti komory. Toto riešenie mierne evokuje ucho šálky, čo je však priamym dopadom technických požiadaviek na tvar – medzi komorou a elektronikou musí byť zachovaný voľný priestor kvôli prevádzkovým teplotám. Strohosť a technická úprimnosť tohto spojenia komunikujú odolnosť a vysokú výdrž produktu v náročnom teréne.



Obr. 5-4 Bočný pohľad finálnej varianty

Kritický parameter skladnosti bol vyriešený inovatívnym spôsobom uchytenia modulu vo vnútri komory. Vďaka špeciálnym drážkam na tepelnom moste je elektro-modul počas transportu bezpečne uchytený tak, aby sa nedotýkal vnútorných stien komory. Týmto spôsobom zostáva elektronika čistá a chránená pred zvyškami popola a sadzí. Stabilitu celého systému v rozloženom stave zabezpečujú nožičky vychádzajúce zo spodnej bočnej časti. Ich vyklápací mechanizmus je navrhnutý tak, aby v zloženom stave dokonale kopíroval líniu variča a nezaberal žiadny objem navyše, zatiaľ čo po rozložení poskytuje zariadeniu pevnú oporu, ktorá odoláva aj hmotnosti naplnených varných nádob. Finálny dizajn tak predstavuje kompaktný a logicky usporiadaný celok, kde každý tvarový detail priamo slúži užívateľskému komfortu a technickej efektívnosti.



Obr. 5-5 Schéma uloženia

## 6 KONSTRUKČNE-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE

### 6.1 Popis

Navrhnutý prenosný varič na biomasu slúži primárne na efektívnu prípravu pokrmov v outdoorovom prostredí, pričom využíva technológiu núteného obehu vzduchu na dosiahnutie vysokého tepelného výkonu a čistej prevádzky. Na zachytenie energie z plameňa sa využíva integrovaný termoelektrický generátor, ktorý následne napája ventilátor a dobíja vnútorný akumulátor. Dôležitou schopnosťou zariadenia je však nielen samotné varenie, ale aj inteligentná správa energie a tepla, čo z neho robí autonómny systém nezávislý od externých zdrojov paliva. Čo však pri bežných varičoch na drevo nie je samozrejmosťou, je vysoká miera automatizácie a prispôsobenia procesu horenia konkrétnym potrebám používateľa, čo výrazne znižuje potrebu neustáleho dohľadu and ohniskom.



Obr. 6-1 Popis súčiastok, s ktorými sa dostáva užívateľ do kontaktu

### 6.1.1 Prevádzkové režimy a ovládanie

Ovládanie a funkcie variča sú prispôsobené pre intuitívne používanie v náročných podmienkach a sú rozdelené do niekoľkých logických režimov:

- Režim zapalovania (Ignition): Po aktivácii variča systém spustí ventilátor na minimálne otáčky, aby zabezpečil prvotný prísun kyslíka potrebný pre rozhorenie biomasy bez rizika udusení plameňa. V tomto móde systém monitoruje nárast teploty na termočlánku.



Obr. 6-2 Rozpalovací mód

- Automatická regulácia (Smart Cooking): Ide o primárny mód, v ktorom mikroprocesor na základe údajov z tepelnej sondy automaticky upravuje otáčky ventilátora. Cieľom je udržiavať optimálnu teplotu pre varenie a zároveň maximalizovať efektivitu dobíjania akumulátora.
- Manuálne nastavenie výkonu: Pre pokročilých používateľov umožňuje zariadenie manuálne korigovať intenzitu horenia. Pomocou ovládacích prvkov v hornej časti modulu je možné skokovo meniť prietok vzduchu, čo je žiaduce napríklad pri potrebe prudkého varu alebo, naopak, pri pomalom dusení pokrmov.



Obr. 6-3 Auto / manuálny mód

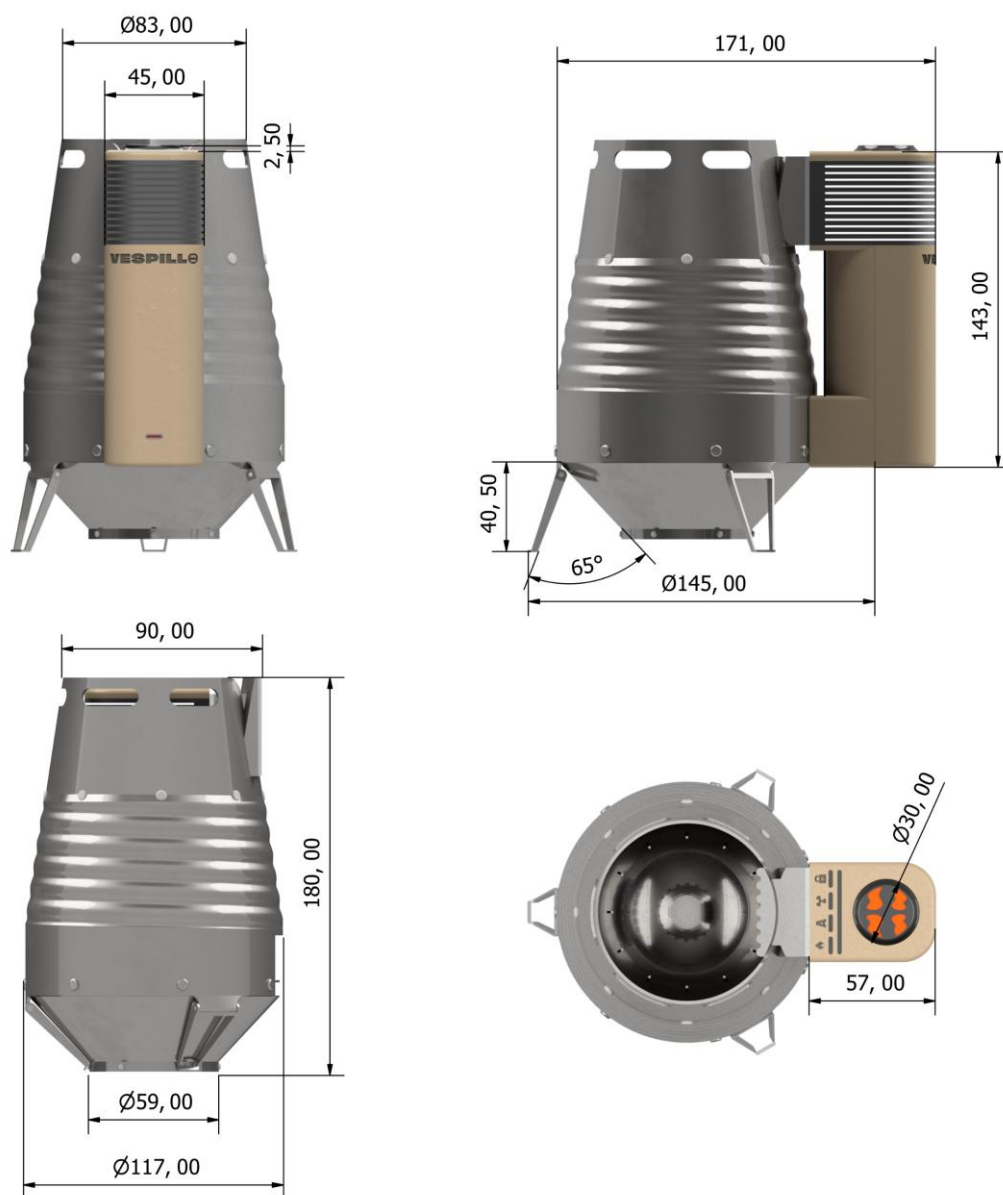
- Bezpečnostný zámok (Safety Lock): Vzhľadom na integrovaný akumulátor je zariadenie vybavené funkciou uzamknutia ovládacieho panelu. Táto poistka zabráňuje náhodnému spusteniu ventilátora počas transportu v batohu, čím chráni energiu v batérii a predlžuje životnosť mechanických častí.



Obr. 6-4 Varič v zloženom a zamknutom stave

Používanie variča je tak rozdelené na fázu aktívnej prípravy paliva a následne na takmer bezobslužný proces varenia, kde technológia preberá kontrolu nad stabilitou plameňa.

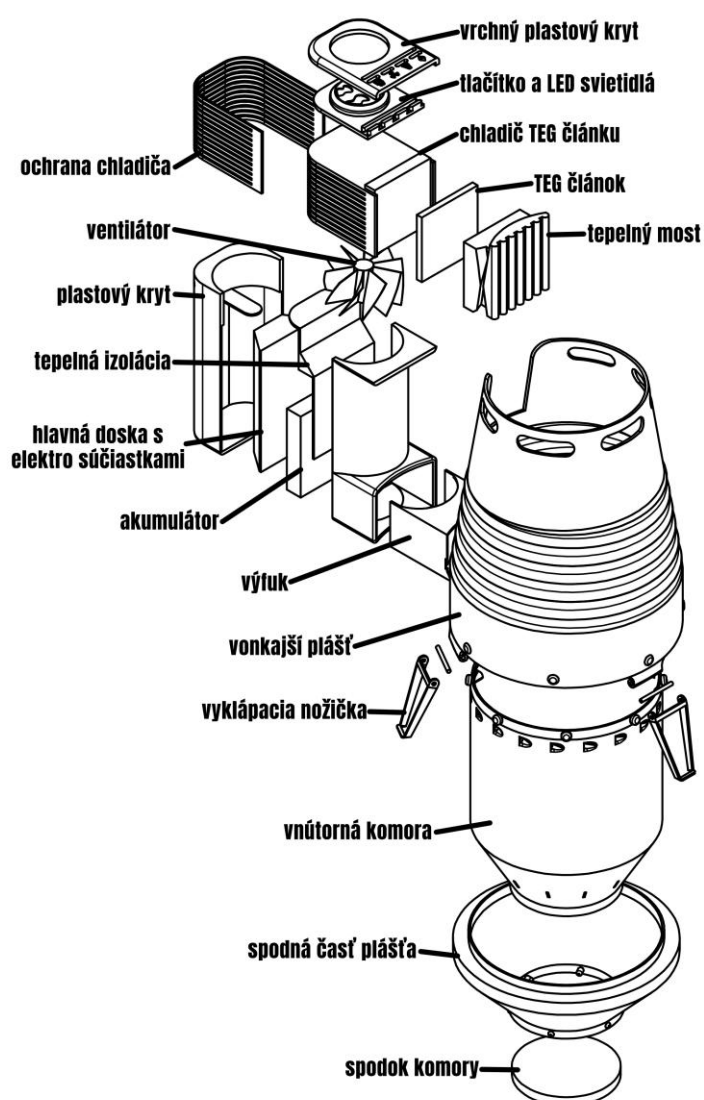
## 6.2 Rozmerové riešenie



Obr. 6-5 Základné rozmery

## 6.3 Vnútorné mechanizmy a komponenty

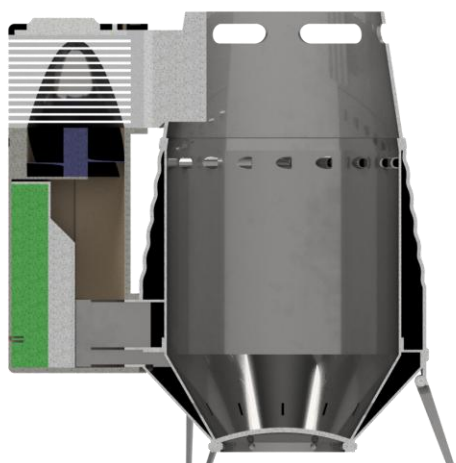
Za kľúčové mechanizmy navrhovaného variča možno považovať prvky zabezpečujúce stabilitu, transformáciu zariadenia do prevádzkovej polohy a jeho ovládanie. Ich menovitý výpis je nasledujúci: trojica vyklápacích nožičiek so spodným uchytením, bajonetový systém spojenia tepelného mosta, vyústenie vzduchového kanála a ovládacie rozhranie situované na hornej ploche technologického modulu. Pri navrhovaní nožičiek bol kladený dôraz na jednoduchosť a spoľahlivosť; využívajú princíp vyklápania z bočných strán zariadenia, pričom v koncových polohách sú fixované mechanickým dorazom. Tento systém umožňuje variču zachovať minimálny transportný objem pri zachovaní maximálnej stability v teréne.



Obr. 6-6 Schéma komponentov

Samotné ukotvenie technologického modulu k telu variča je riešené prostredníctvom dvoch pevných bodov, ktoré zaručujú jeho stabilitu a správne funkčné prepojenie. V hornej časti je modul uchytený nasúvaním na tepelný most, zatiaľ čo v spodnej časti sa nasúva priamo do prírodného otvoru komory. Toto spodné spojenie je navrhnuté s minimálnou vôľou, respektíve s integrovanou drážkou, vďaka čomu sa modul do komory bezpečne „zacvakne“. Toto riešenie nielenže fixuje polohu modulu, ale zároveň zabezpečuje tesnosť vzduchového kanála potrebného pre efektívne vŕhňanie vzduchu.

Správnú funkciu variča obstarávajú vnútorné komponenty, najmä elektro-súčiastky a termodynamické prvky. K zachyteniu a premene tepelnej energie slúži termoelektrický generátor (TEG) v spojení s hliníkovým tepelným mostom. Vzduch do spaľovacieho procesu vŕhá vysokootáčkový ventilátor, ktorého chod je riadený procesorom na základe údajov z tepelnej sondy. K napájaniu systému a uchovaniu energetických prebytkov slúži integrovaný lithium-polymerový akumulátor. Celá zostava komponentov je v technologickom module usporiadaná vertikálne tak, aby umožňovala efektívne prúdenie nasávaného vzduchu, ktorý zároveň slúži na pasívne chladenie elektroniky.



Obr. 6-7 Rez rozloženým varičom

Súčasťou technologického vybavenia je aj integrovaný USB-C konektor umiestnený v spodnej časti modulu. Tento prvok plní duálnu funkciu: slúži ako výstup pre nabíjanie externých zariadení (mobilný telefón, svetlo) z energie vyrobenej počas varenia, ale zároveň funguje ako vstup pre servisné dobíjanie akumulátora. To je nevyhnutné najmä na zabezpečenie dostatočnej kapacity na počiatočné spustenie ventilátora v prípade dlhodobého nepoužívania zariadenia.

## 6.4 Materiálové riešenie

Ako hlavný materiál je použitá nerezová oceľ, z ktorej je vyrobená spaľovacia komora a vonkajší plášť variča. Bola zvolená z dôvodu extrémnej tepelnej odolnosti a mechanickej húževnatosti, čo zaručuje bezpečnosť pri manipulácii s otvoreným ohňom. Vyššia hmotnosť oproti hliníkovým riešeniam je tu kompenzovaná dlhou životnosťou a odolnosťou voči korózii spôsobenej spalínami a vonkajšou vlhkosťou.

Pre technologický modul bol navrhnutý vysokoteplotný technický polymér (PA66-GF). Vzhľadom na to, že ide o puzdro pre elektroniku v blízkosti zdroja tepla, sú kľúčovou výhodou jeho vynikajúce elektroizolačné a tepelnoizolačné vlastnosti. Použitie plastu navyše umožňuje dosiahnuť ergonomicky príjemnejší povrch na dotyk a znižuje celkovú hmotnosť zariadenia, čo je pri outdoorovom vybavení zásadné.

Na tepelný most, ktorý tvorí spojnici medzi komorou a elektro-modulom, sa používa hliníková zliatina. Tento materiál bol vybraný pre svoju vysokú tepelnú vodivosť, ktorá je nevyhnutná pre správnu funkciu termoelektrického generátora. Súčasťou zostavy je aj hliníkový chladič umiestnený na "studenej" strane TEG článku. Vďaka vysokej schopnosti hliníka rýchlo odovzdávať teplo prúdiacemu vzduchu z ventilátora je zabezpečený potrebný teplotný rozdiel pre efektívnu výrobu elektrickej energie. Hliníkový odliatok zároveň chráni citlivé vnútorné komponenty pred fyzickým poškodením.

Vyklápacie nožičky v spodnej časti zariadenia sú vyrobené z tvrdenej ocele, čím je zaistená stabilnejšia poloha variča aj pri zaťažení ťažkými varnými nádobami. Ich povrchová úprava zvyšuje trenie, čím minimalizuje riziko sklznutia na hladkých povrchoch, ako sú kamene či ľad. Pre vnútorné vzduchové kanály bola zvolená kombinácia nerezových trubiek a silikónových tesnení, ktoré zamedzujú úniku vzduchu a odolávajú vysokým prevádzkovým teplotám.

## 6.5 Technológia

Pre výrobu kľúčových kovových komponentov variča je zvolená kombinácia technológií, ktoré reflektujú špecifické funkčné nároky jednotlivých dielov. Pre hlavný tepelný most, ktorý prepája spaľovaciu komoru s technologickým modulom, je najvhodnejšou metódou tlakové liatie hliníka do kovových foriem. Táto technológia umožňuje efektívnu sériovú výrobu zložitého tvaru s integrovanými uložískami pre vzduchové kanály a bajonetové spoje. Konštrukcia mosta je navrhnutá s potrebnými technologickými úkosmi, čo zabezpečuje jeho jednoduchú odformovateľnosť a vysokú tvarovú presnosť.

Na rozdiel od odlievaného mosta je pre samotný chladič TEG článku zvolená technológia CNC frézovania z plného hliníkového polotovaru. Táto metóda umožňuje vytvoriť sústavu dlhých, rovnobežných a extrémne tenkých rebier s konštantnou hrúbkou, čo by bolo pri klasickom liatí technologicky nerealizovateľné kvôli viskozite kovu. Frézovanie zaručuje homogénnu štruktúru materiálu bez vnútornej porézności, čím sa maximalizuje tepelná vodivosť a efektívnosť chladenia „studenej“ strany termoelektrického generátora.

Vonkajší plášť variča a spaľovacia komora sú vyrábané technológiou hlbokého ťahania nerezového plechu. Charakteristické špirálové prehĺbenie na povrchu plášťa je realizované pomocou rotačného tvárnenia na špeciálnom trní, čo dodáva plechu potrebnú tuhosť bez narušenia jeho štruktúry. Horné výduchy pre plameň a nasávací mriežka technologického modulu sú vyrezávané vláknovým laserom, ktorý poskytuje vysokú presnosť reznej hrany, nevyhnutnú pre estetickú kvalitu aj funkčné prúdenie vzduchu. Jednotlivé diely a plášte spaľovacej komory sú následne spájané pomocou nerezových nitov. Toto riešenie bolo zvolené prioritne kvôli eliminácii tepelnej degradácie materiálu, ku ktorej by mohlo dôjsť pri zvarení. Nitované spoje vykazujú vyššiu odolnosť voči cyklickému tepelnému namáhaniu a umožňujú materiálu prirodzenú mikroskopickú dilatáciu bez rizika vzniku štrukturálnych trhlín.



Obr. 6-8 Komora spojená pomocou nerezových nitov

Komponenty elektro-modulu, tvoriace puzdro pre elektroniku a akumulátor, sú navrhnuté pre vstrekovanie vysokoteplotného PA66-GF plastu. Úprava povrchu vstrekovacej formy (napr. chemickým leptaním) umožňuje vytvoriť na tele modulu jemnú textúru, ktorá zlepšuje úchop a odolnosť voči poškrabaniu. Oceľové vyklápacie nožičky sú vyrábané presným lisovaním, pričom ich finálny tvar a funkčné drážky zabezpečujú spoľahlivé zaistenie v prevádzkovej aj transportnej polohe.

Tento súbor výrobných technológií je navrhnutý pre stredne-sériovú výrobu, kde zaručuje optimálny pomer medzi výrobnými nákladmi, trvanlivosťou materiálov a vysokými nárokmi na technickú spoľahlivosť produktu v náročných outdoorových podmienkach.

## 6.6 Ergonómia

Ergonómia zariadenia je koncipovaná s ohľadom na špecifické prostredie outdooru, kde sa predpokladá manipulácia v sťažených svetelných podmienkach, v rukaviciach či na nerovnom teréne. Návrh rešpektuje statickú povahu produktu počas prevádzky, no zároveň ponúka intuitívne riešenia pre jeho prípravu, ovládanie a bezpečný prenos.



Obr. 6-9 Prenos variču v rozloženom stave

### 6.6.1 Ergonómia držania a manipulácie

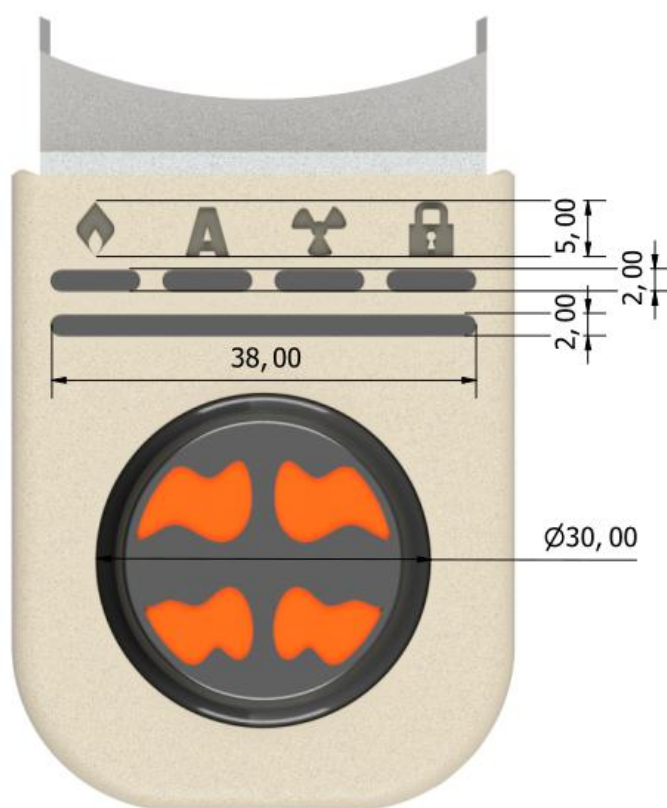
Hoci primárnou funkciou variča v prevádzkovom stave nie je mobilita (vzhľadom na aktívne horenie v komore), tvarové riešenie technologického modulu je navrhnuté tak, aby manipuláciu v prípade potreby umožňovalo. Modul svojou siluetou evokuje rukoväť, čo užívateľovi podvedome definuje bezpečnú zónu úchopu mimo horúcich častí nerezovej komory. Hoci táto „rukoväť“ nie je primárne určená na dlhé prenášanie, jej proporcie a vzdialenosť od spaľovacieho jadra sú optimalizované na pohodlné a bezpečné premiestnenie variča na krátke vzdialenosti. Vertikálna orientácia modulu navyše prirodzene vyvažuje stabilitu zariadenia pri zdvíhaní.



Obr. 6-10 Ergonómia ovládania jedným prstom

## 6.6.2 Návrh ovládačov a oznamovačov

Hlavným interakčným bodom je multifunkčný ovládač umiestnený na hornej ploche modulu. Je koncipovaný ako kombinované rotačné tlačidlo, ktoré v sebe spája funkciu stlačenia a krokového otáčania. Horná plocha tlačidla disponuje výraznou textúrou, ktorá zabraňuje sklznutiu prsta a uľahčuje ovládanie jednou rukou. Pri manuálnom nastavovaní výkonu poskytuje mechanizmus jemnú haptickú odozvu („klikanie“), čo užívateľovi umožňuje vnímať zmeny intenzity aj bez vizuálnej kontroly. Keďže sa predpokladá, že varič bude vo väčšine prípadov umiestnený na zemi, ovládacie rozhranie je orientované smerom nahor, čo zabezpečuje jeho výbornú viditeľnosť a dosiahnuteľnosť. Tlačidlo je navyše odlišené výraznou farbou, čo urýchľuje jeho lokalizáciu v členitom teréne.



Obr. 6-11 Ovládač a LED zďelovače

- Stav zariadenia komunikuje sústava štyroch bodových LED indikátorov a jedného lineárneho LED pásika. Výber z troch prevádzkových režimov prebieha pootočením tlačidla, kedy jedna z prislúchajúcich LED diód začne blikať; voľba sa potvrdí stlačením, po ktorom sa svetlo ustáli. Pre zvýšenie zrozumiteľnosti sú pri každej LED dióde na plaste umiestnené prehľadné piktogramy.
- Režim rozpaľovania a automatického horenia: Lineárny LED pásik v týchto módoch funguje ako vizuálny teplomer, ktorý v reálnom čase ukazuje progres nárastu teploty plameňa. Systém je naprogramovaný tak, že po dosiahnutí kritickej prevádzkovej teploty v rozpaľovacom móde sa varič automaticky prepne do režimu inteligentného horenia, čo je signalizované svetelnou animáciou na pásiku.
- Manuálny režim: Pásik mení svoju funkciu na indikátor intenzity ventilátora, ktorú užívateľ reguluje otáčaním tlačidla.
- Bezpečnostné funkcie a zámok: Podržanie tlačidla po dobu 3 sekúnd aktivuje elektronický zámok, čo potvrdí bliknutie štvrtej LED diódy a svetelná „vlna“ na LED pásiku. V zamknutom stave zariadenie nereaguje na krátke stlačenia (indikátor zámku len krátko blikne), čím sa bráni náhodnému spusteniu v batožine. Zároveň lineárny pásik v tomto stave po stlačení slúži na rýchlu kontrolu stavu nabitia batérie.

## 6.7 Bezpečnosť a hygiena

Z hľadiska bezpečnosti je prioritou minimalizácia rizika vzniku požiaru a ochrana používateľa pred popálením. Základným bezpečnostným prvkom je vysoká stabilita zariadenia, ktorú zabezpečujú integrované vyklápacie nožičky s veľkým pôdorysom, zabráňujúce prevrhnutiu variča aj na nerovnom prírodnom podklade. Ovládacie rozhranie je strategicky umiestnené v maximálnej možnej vzdialenosti od ohniska, pričom horné výduchy spaľovacej komory sú asymetricky upravené – v blízkosti technologického modulu majú otvory menšiu šírku, čím sa vytvára bariéra usmerňujúca plameň smerom od ruky používateľa. Významným prvkom je aj pasívna ochrana termoelektrického systému; hliníkový chladič TEG článku je opatrený samostatným kovovým krytom s tepelnou izoláciou. Tento kryt slúži ako fyzická bariéra, ktorá zamedzuje priamemu dotyku s horúcim chladičom počas prevádzky a zároveň chráni rebrá pred mechanickým poškodením. Bezpečnosť pri transporte zvyšuje už spomínaný softvérový zámok tlačidla, ktorý eliminuje riziko samovoľného spustenia ventilátora a následného prehriatia akumulátora v uzavretom priestore batožiny.



Obr. 6-12 Varič v zloženom stave

V rámci hygieny a údržby je hlavná pozornosť venovaná správe spalín a sadzí, ktoré sú prirodzeným vedľajším produktom spaľovania biomasy. Vnútorná spaľovacia komora je navrhnutá ako bezšvový monolit so zaobleným dnom, čo uľahčuje vysypávanie popola a zabraňuje jeho usadzovaniu v ťažko dostupných rohoch. Vrchný otvor komory s priemerom približne 80 mm je dimenzovaný tak, aby umožňoval pohodlné mechanické čistenie vnútrajška rukou alebo čistiacimi pomôckami. Kľúčovým prínosom k hygiene je unikátny úložný systém „hniezdenia“ (nesting), pri ktorom sa technologický modul vkladá do komory pomocou vodiacich drážok na tepelnom moste. Tento mechanizmus fixuje modul v strede komory tak, aby sa nedotýkal jej vnútorných stien znečistených sadzami, čím sa radikálne redukuje riziko prenosu nečistôt na elektroniku a následne na ruky používateľa alebo ostatnú výbavu v batohu. Odolné povrchové materiály ako nerez a technický plast navyše umožňujú ľahké utretie vlhkou textíliou, čím sa udržiava estetická aj funkčná hodnota zariadenia po dlhú dobu.

## 6.8 Udržateľnosť

Udržateľnosť navrhovaného variča je postavená na troch základných pilieroch: využívaní obnoviteľných zdrojov energie, dlhej životnosti komponentov a etickom prístupe k prostrediu. Na rozdiel od konvenčných outdoorových varičov, ktoré sú závislé na jednorazových plynových kartušiach alebo fosílnych palivách, tento systém využíva výhradne lokálnu biomasu. Tým sa radikálne znižuje uhlíková stopa spojená s výrobou a likvidáciou kovových obalov, pričom vďaka termoelektrickému generátoru je zariadenie energeticky úplne autonómne.

Kľúčovým ideovým pilierom návrhu je však striktné dodržiavanie etiky „Leave No Trace“. Celý koncept variča je navrhnutý tak, aby po jeho použití nezostala v prírode žiadna negatívna stopa. Spaľovanie prebieha v uzavretej komore s vysokou efektivitou, čo minimalizuje vznik dymu a zabraňuje priamemu kontaktu ohňa s pôdou, čím sa predchádza vypáleniu podložia.

Táto myšlienka prirodzeného kolobehu a čistenia prostredia sa stala aj východiskom pre celkovú vizuálnu a grafickú identitu produktu. Inšpirácia faunou, konkrétne organizmami, ktoré v ekosystéme zabezpečujú recykláciu organickej hmoty a udržiavajú čistotu biotopu, sa premietla do voľby materiálov, názvoslovia a výrazných akcentov v ovládacích prvkoch. Produkt tak nie je len pasívnym nástrojom, ale stáva sa súčasťou ekosystému, v ktorom po vykonaní svojej funkcie nezanecháva nič okrem čistého popola, ktorý slúži ako prirodzené hnojivo.

Z hľadiska materiálového inžinierstva je varič navrhnutý na báze nerezovej ocele a hliníka, čo zaručuje dekády používania bez degradácie. Konštrukcia je plne modulárna, čo umožňuje jednoduchú opraviteľnosť a po skončení životnosti aj bezproblémovú separáciu materiálov pre opätovnú recykláciu.

## 7 FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE

### 7.1 Konceptcia farebného riešenia

Farebnosť navrhovaného variča vychádza z potreby jasne definovať funkčné celky a uľahčiť užívateľovi orientáciu pri manipulácii so zariadením. Hlavným vizuálnym princípom je kontrast medzi statickou, vysoko tepelne namáhanou spaľovacou časťou a technologickým modulom, ktorý slúži ako komunikačné rozhranie. Využitie brúsenej nerezovej ocele pre spaľovaciu komoru poskytuje vizuálnu neutralitu a priznáva surový charakter materiálu, ktorý je schopný odolávať extrémnym podmienkam bez straty estetickej kvality.

Oproti tomu farebné riešenie polymérového modulu je navrhnuté tak, aby harmonizovalo s prostredím, v ktorom sa predpokladá používanie variča, no zároveň poskytovalo dostatočnú mieru viditeľnosti pre bezpečnú lokalizáciu zariadenia v teréne. Spoločným menovateľom všetkých variantov je akcentovaný ovládací prvok, ktorý nesie špecifickú grafickú informáciu a vizuálne odkazuje na biológiu organizmov podieľajúcich sa na prirodzenom čistení ekosystému.

### 7.1.1 Farebný variant A: Natural Earth

Tento variant sa zameriava na splynutie s prírodným pozadím a využíva zemité tóny typické pre modernú outdoorovú výbavu. Telo technologického modulu je navrhnuté v pieskovom odtieni RAL 7032 Pebble grey. Táto voľba pôsobí v kontexte lesného či lúčneho prostredia nenápadne a prirodzene.



Obr. 7-1 Farebné riešenie variantu I

Ovládacie prvky: Hlavný ovládač je v čiernom prevedení s výraznými oranžovými segmentmi v odtieni RAL 2004 Pure Orange. Tvarové rozloženie oranžových plôch na čiernom podklade priamo vychádza z charakteristického vzoru krovičiek hrobárika obyčajného (*Nicrophorus vespillo*). Tento biomimetický prvok dodáva tlačidlu nielen vysokú viditeľnosť, ale aj symbolický význam spojený s kolobehom hmoty v prírode.

### 7.1.2 Farebný variant B: Tactical Green

Druhý variant nadväzuje na tradičnú farebnosť expedičného a kempingového vybavenia, pričom využíva tlmený odtieň RAL 6003 Olive Green. Zelená farba modulu v kombinácii s oceľovou komorou vytvára technický a odolný vzhľad, ktorý vizuálne korešponduje s vegetáciou.



Obr. 7-2 Farebné riešenie variantu II

Ovládacie prvky: Farebná a grafická schéma ovládača zostáva identická s variantom A. Čierne telo tlačidla s oranžovým vzorom inšpirovaným krovkami hmyzu vytvára silný vizuálny akcent, ktorý vystupuje z tlmej zelenej plochy modulu a jasne definuje bod interakcie.

### 7.1.3 Farebný variant C: High-Contrast Safety

Tretí variant pracuje s maximálnym kontrastom a je určený pre podmienky vyžadujúce rýchlu identifikáciu zariadenia. Telo modulu v sýtom odtieni RAL 2008 Bright Red Orange výrazne dominuje priestoru.



Obr. 7-3 Farebné riešenie variantu III

Ovládacie prvky: Pre dosiahnutie maximálnej čitateľnosti v rámci jasného oranžového tela modulu je v tomto prípade zvolené inverzné riešenie ovládača. Samotné tlačidlo je v bielej farbe RAL 9003 Signal White, pričom grafický vzor inšpirovaný hrobárikom je realizovaný v signálnej oranžovej farbe. Táto kombinácia evokuje profesionálnu záchrannú techniku a zaručuje okamžitú čitateľnosť rozhrania aj pri extrémnych svetelných podmienkach.

## 7.2 Grafické riešenie

### 7.2.1 Logotyp

Vizuálna identita produktu je definovaná logotypom, ktorý v sebe spája modernú typografiu s hlbokou biologickou a atmosférickou symbolikou. Základným stavebným prvkom je názov VESPILLO, napísaný verzálkami (veľkými písmenami).



Obr. 7-4 Logotyp

Typografia a názvoslovie: Pre logotyp bol zvolený variabilný font Climate Crisis (Google Fonts). Tento typ písma bol primárne navrhnutý tak, aby vizuálne reflektoval klimatické zmeny, čo dodáva produktu podvedomý ekologický apel. Písmo pôsobí robustne a moderne, čím podčiarkuje mechanickú odolnosť variča. Samotný názov nesie viacvýznamovú symboliku:

- Biologický pôvod: Odkazuje na latinské pomenovanie hrobárika obyčajného (*Nicrophorus vespillo*), ktorý v prírode zabezpečuje recykláciu organickej hmoty.
- Atmosférický pôvod: Názov je zároveň etymologicky prepojený s latinským výrazom *vesper* (večer). Toto spojenie evokuje kľúčový moment používania variča – večerný rituál zakladania ohňa, ktorý v outdoorovom kontexte predstavuje zdroj tepla, svetla a bezpečia.

Symbolika a umiestnenie na produkte: Ústredným grafickým prvkom logotypu je štylizované písmeno „O“. Jeho vnútorná štruktúra je upravená tak, aby tvarovo pripomínala krovky hrobárika. Tento detail vytvára priame vizuálne prepojenie s ovládacím prvkom na samotnom produkte.



Obr. 7-5 Uloženie logotypu na výrobku

Z hľadiska aplikácie na produkt je logotyp situovaný na čelnej strane technologického modulu, tesne pod chladičom termoelektrického článku. Na tomto mieste je logo realizované technológiou laserového gravírovania priamo do povrchu polyméru. V tejto aplikácii sa upúšťa od oranžovej farebnosti v prospech monochromatického, textúrovaného prevedenia. Tento prístup zaručuje vysokú odolnosť označenia voči oderu a teplotným vplyvom, pričom zachováva minimalistický a profesionálny vizuálny charakter zariadenia. Logo tak nepôsobí ako rušivý element, ale ako integrálna súčasť technologického povrchu.

### 7.3 Užívateľské rozhranie

Návrh používateľského rozhrania sa sústreďuje na elimináciu kognitívnej záťaže užívateľa, ktorý sa môže nachádzať v stresových alebo fyzicky náročných podmienkach. Rozhranie je rozdelené na primárny interakčný bod (multifunkčný ovládač) a sekundárny informačný panel (sústava LED indikátorov), ktoré spoločne tvoria uzavretý komunikačný okruh.



Obr. 7-6 Varenie

### 7.3.1 Logika ovládania a informačná hierarchia

Užívateľské rozhranie využíva lineárnu logiku, kde horizontálna poloha indikátorov zodpovedá postupu prípravy jedla – od zapalovania až po udržiavanie stabilného plameňa.

- Multifunkčný ovládač: Centrálny bod interakcie umožňuje prepínanie medzi režimami pomocou pootočenia, pričom aktuálna voľba je indikovaná rozblikaním príslušnej bodovej LED diódy. Potvrdenie voľby stlačením vyvolá okamžitú zmenu otáčok ventilátora a ustálenie svetelného signálu. Vďaka výraznej textúre a mechanickému krokovaniu (klikanie) ovládač poskytuje spätnú väzbu nielen zrkovú, ale aj haptickú.
- Bodové LED indikátory: Sústava štyroch diód definuje aktuálny stav systému. Tri diódy prislúchajú prevádzkovým módom (rozpaľovanie, automatika, manuál), zatiaľ čo štvrtá dióda slúži výhradne ako indikátor elektronického zámku a chybových hlásení.
- Lineárny LED pásik: Tento prvok plní funkciu dynamického barometra. V automatických režimoch vizualizuje nárast teploty v spaľovacej komore, čím užívateľovi signalizuje moment, kedy je varič pripravený na varenie alebo kedy je potrebné doplniť palivo. V manuálnom móde pásik graficky znázorňuje nastavený výkon ventilátora. V zamknutom móde ukazuje stav akumulátora.

### 7.3.2 Grafické symboly a piktogramy

Pre dosiahnutie maximálnej zrozumiteľnosti sú bodové indikátory doplnené o minimalistické piktogramy, ktoré sú integrované priamo do plastového tela modulu. Tieto symboly využívajú čistú lineárnu geometriu, ktorá korešponduje s technickým charakterom celého zariadenia.



Obr. 7-7 Piktogramy

Súčasťou grafického riešenia je aj logické využitie farieb samotných svetelných zdrojov. Zatiaľ čo biele alebo modré svetlo indikuje bežnú prevádzku a stav batérie, červené pulzovanie alebo preblikávanie lineárneho pásika slúži ako varovanie pred kritickým prehriatím elektroniky alebo vybitím akumulátora. Tento systém umožňuje užívateľovi kontrolovať stav variča aj periférnym videním bez nutnosti priameho sledovania ovládacieho panelu. Celkové rozhranie tak pôsobí profesionálne, zrozumiteľne a posilňuje technologickú identitu produktu.

## 8 DISKUSIA

### 8.1 Psychologická funkcia

Psychologické pôsobenie navrhovaného variča je postavené na dvoch kontrastných pilieroch: na pociť bezpečia a kontroly a na emocionálnom prepojení s elementom ohňa. V outdoorovom kontexte je oheň kľúčovým faktorom prežitia a psychickej pohody. Tradičné variče na biomasu však často vyžadujú neustálu pozornosť a prácne udržiavanie plameňa, čo môže u užívateľa vyvolávať stres. Návrh tento problém rieši integráciou inteligentnej elektroniky, ktorá automatizuje proces horenia. Užívateľ tak získava pociť technologickej prevahy a istoty, že zariadenie pracuje efektívne aj bez jeho neustáleho zásahu.

Dizajnové riešenie technologického modulu so svojou vertikálnou siluetou a jasne definovaným ovládacím panelom pôsobí racionálne a dôveryhodne. Použitie biomimetického motívu (vzor hrobárika obyčajného) na ovládacom prvku neplní len estetickú rolu, ale podvedome v užívateľovi vyvoláva pociť súňaležitosti s prírodou. Tento detail transformuje technický nástroj na partnera, ktorý „upratuje“ a recykluje biomasu, čím znižuje environmentálnu úzkosť (eco-guilt) spojenú s kempovaním.

V porovnaní s jediným priamym konkurentom na trhu (napr. BioLite), tento koncept pôsobí strohnejšie a odolnejšie. Zatiaľ čo konkurenčné riešenia sa často spoliehajú na vizuálnu zložitosť, navrhovaný varič využíva jednoduché geometrické tvary a priznané materiály. Tento prístup psychologicky komunikuje vyššiu mechanickú odolnosť a stabilitu, čo sú pre užívateľa v náročnom teréne kľúčové atribúty. Farebné varianty navyše umožňujú užívateľovi prispôbiť si produkt vlastnej psychologickej preferencii – od snahy o nenápadnosť (Olive Green) až po potrebu bezpečia a viditeľnosti (Safety Orange).

### 8.2 Sociálna funkcia

Sociálny prínos navrhovaného variča spočíva v jeho schopnosti transformovať individuálnu prípravu stravy na kolektívny zážitok a zvyšovať kvalitu života v komunitách bez prístupu k infraštruktúre. Na rozdiel od hlučných a neosobných plynových horákov navracia toto riešenie do kempovania rituál spoločného udržiavania ohňa, pričom funguje ako bezpečný a kontrolovaný substitút otvoreného ohniska.

Zásadný sociálny rozmer však produkt nadobúda v kontexte oblastí s chýbajúcou energetickou sieťou, ako sú rozvojové krajiny alebo regióny postihnuté katastrofami. V týchto podmienkach sa varič stáva kritickým komunitným uzlom. Schopnosť generovať elektrickú energiu priamo počas varenia z voľne dostupnej biomasy umožňuje komunitám prístup k osvetleniu a nabíjaniu komunikačných zariadení, čo priamo ovplyvňuje ich bezpečnosť, vzdelávanie a schopnosť privolať pomoc. Dizajn variča tak prekračuje hranice voľnočasovej pomôcky a stáva sa nástrojom sociálnej pomoci, ktorý demokratizuje prístup k základnej energii a podporuje vzájomnú pomoc a spoluprácu v náročných životných situáciách.

### 8.3 Ekonomická funkcia

Z ekonomického hľadiska je varič situovaný do segmentu prémiového outdoorového vybavenia. Hoci sú vstupné náklady na výrobu (vzhľadom na použitie nerezovej ocele, hliníkových odliatkov a TEG technológie) vyššie, produkt ponúka dlhodobú ekonomickú návratnosť. Tá spočíva v eliminácii nákladov na nákup, transport a likvidáciu plynových kartuší či iných fosílnych palív, keďže zariadenie využíva voľne dostupnú biomasu.

Vysoká kvalita použitých materiálov a modulárna konštrukcia navyše predlžujú životný cyklus výrobku a umožňujú jeho jednoduchú opraviteľnosť. Tým sa predchádza rýchlej amortizácii a produkt sa stáva trvácnou investíciou, čo zvyšuje jeho hodnotu na sekundárnom trhu a znižuje celkové náklady na vlastníctvo (TCO) pre koncového užívateľa.

### 8.4 Marketingová analýza

Marketingový potenciál produktu spočíva v jeho schopnosti riešiť nedostatky bežných outdoorových varičov, ako sú závislosť na plynových kartušiach alebo nestabilita v teréne. Vďaka spojeniu vysokej technologickej úrovne (TEG systém, inteligentná regulácia) a estetické výnimčnosti sa produkt stáva vyhľadávaným riešením pre špecifickú skupinu užívateľov.

Kľúčovým nástrojom pre marketingovú stratégiu je jasná identifikácia konkurenčných predností:

- Technologické prvenstvo: Na rozdiel od mechanických varičov na biomasu, tento koncept ponúka automatizáciu a energetickú sebestačnosť, čo z neho robí "smart" zariadenie pre moderný outdoor.

- Vizualna identita: Inšpirácia hrobárikom obyčajným a prísna geometrická štylizácia vytvárajú silný vizuálny brand, ktorý je ľahko komunikovateľný v rámci propagácie a digitálneho marketingu.
- Udržateľnosť ako predajný argument: V čase rastúceho tlaku na ekológiu je filozofia „Leave No Trace“ hlavným marketingovým pilierom, ktorý produkt radí k eticky zodpovednému dizajnu.

Tieto faktory umožňujú efektívne začlenenie produktu na trh nielen ako funkčného nástroja, ale aj ako lifestyleového doplnku pre náročných cestovateľov, ktorí hľadajú rovnováhu medzi technológiou a úctou k prírodnému prostrediu.

## 8.5 Cieľová skupina

Navrhovaný varič je v prvom rade orientovaný na náročných outdoorových nadšencov, účastníkov dlhodobých expedícií a komunitu „bushcraft“, pre ktorých je kľúčová energetická nezávislosť a spoľahlivosť v podmienkach bez prístupu k fosílnym palivám. Vďaka schopnosti generovať elektrickú energiu z tepla horenia produkt oslovuje aj technologických nadšencov, ktorí hľadajú symbiózu medzi klasickým kempovaním a modernými technológiami.

Okrem rekreačného využitia však dizajn variča ponúka významný potenciál aj v širšom sociálnom kontexte. Vďaka svojej schopnosti efektívne spaľovať takmer akúkoľvek suchú biomasu (od vetvičiek až po poľnohospodársky odpad) a súčasne vyrábať elektrinu, predstavuje zariadenie riešenie pre oblasti s nestabilnou alebo chýbajúcou energetickou infraštruktúrou. Môže ísť o odľahlé obydliá v rozvojových krajinách alebo krízové oblasti zasiahnuté prírodnými katastrofami, kde absencia plynu a elektriny znemožňuje základnú tepelnú úpravu pokrmov a komunikáciu.

V týchto prípadoch varič neslúži len ako voľnočasová pomôcka, ale ako kritický nástroj prežitia. Schopnosť nabiť telefón, svietidlo alebo iné nízkoenergetické komunikačné zariadenie priamo počas varenia môže v takýchto podmienkach zásadne zvýšiť bezpečnosť a kvalitu života obyvateľov. Produkt sa tak v cieľovej skupine posúva od „lifestyle“ segmentu smerom k utilitárnemu zariadeniu s vysokou spoločenskou pridanou hodnotou.

## 8.6 Cenová hladina

Stanovenie predpokladanej predajnej ceny vychádza z analýzy nákladov na použité prémiové materiály, technológie spracovania a integrované elektronické komponenty. Vzhľadom na využitie nerezovej ocele, hliníkových odliatkov a špecifických prvkov, ako je termoelektrický generátor a riadiaca procesorová jednotka, sa produkt radí do kategórie „high-end“ outdoorového vybavenia.

Predpokladaná koncová cena zariadenia sa pohybuje v rozmedzí 180 € – 240 €. Táto cenová hladina je konkurencieschopná v rámci segmentu inteligentných varičov na biomasu, pričom v sebe zahŕňa nielen samotný hardvér, ale aj vývoj softvérového rozhrania a testovanie stability systému.

Z pohľadu užívateľa je však dôležité vnímať túto čiastku ako dlhodobú investíciu. Na rozdiel od lacnejších plynových varičov, kde prevádzkové náklady neustále rastú s nákupom palivových kartuší, tento produkt ponúka prakticky nulové prevádzkové náklady. Pri pravidelnom používaní v teréne sa tak počiatočná vyššia investícia užívateľovi vráti v priebehu niekoľkých sezón. Zároveň vysoká kvalita spracovania a možnosť servisu technologického modulu zaručujú, že produkt nestráca na hodnote tak rýchlo ako bežné spotrebné variče s obmedzenou životnosťou.

## 9 ZÁVER

Predkladaná bakalárska práca sa venovala návrhu prenosného outdoorového variča na biomasu s integrovaným systémom termoelektrickej generácie energie. Cieľom práce bolo vytvoriť produkt, ktorý kombinuje tradičný prístup k príprave pokrmov v prírode s modernými technologickými štandardmi, pričom kladie dôraz na udržateľnosť a intuitívnu ergonómiu.

V teoretickej časti sme analyzovali súčasný trh a fyzikálne princípy termoelektrického javu, čo položilo základ pre technickú realizáciu zariadenia. Praktickým výsledkom je dizajnérske riešenie, ktoré sa od existujúcej konkurencie odlišuje najmä svojou prísnou geometrickou estetickou, vysokou mierou mechanickej odolnosti a unikátnym užívateľským rozhraním. Využitie nerezovej ocele v kombinácii s hliníkovými odliatkami a technickým polymérom zabezpečuje nielen dlhú životnosť produktu, ale aj jeho funkčnú spoľahlivosť v extrémnych podmienkach.

Významným prínosom práce je sémantické a grafické prepojenie produktu s filozofiou „Leave No Trace“. Inšpirácia hrobárikom obyčajným (*Nicrophorus vespillo*), ktorá sa premietla do vizuálu ovládacieho prvku, transformuje technický prístroj na symbol zodpovedného prístupu k ekosystému. Práca tak demonštruje, že priemyselný dizajn môže efektívne spájať inžiniersku presnosť s hlbším etickým a biologickým kontextom.

Navrhovaný varič predstavuje riešenie, ktoré presahuje hranice voľnočasovej aktivity. Svojím potenciálom pre využitie v oblastiach bez energetickej infraštruktúry otvára dvere k ďalšiemu výskumu v segmente sociálneho dizajnu a humanitárnej pomoci. Možno konštatovať, že stanovené ciele práce boli naplnené a výsledný produkt ponúka komplexnú odpoveď na potreby moderného, environmentálne uvedomelého cestovateľa 21. storočia.

## 10 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] MSR RESEARCH & DEVELOPMENT. The Science of Stove Efficiency: Fuel, Flame and Heat Transfer. [online]. Seattle: Mountain Safety Research, 2018. Dostupné na internete: <https://www.msrgear.com/blog/technology/>
- [2] EN 521:2019. Specifications for dedicated liquefied petroleum gas appliances. Portable vapour pressure liquefied petroleum gas appliances. Brussels: CEN, 2019.
- [3] U.S. MARINE CORPS. Technical Manual: Operator's Manual for Stove, Multi-fuel, MSR XGK EX (TM 10185A-10/1). Washington, D.C.: Headquarters, U.S. Marine Corps, 2005.
- [4] TRANGIA AB. The Trangia Principle. [online]. Trångsviken: Trangia AB, 2021. Dostupné na internete: <https://www.trangia.se>
- [5] REED, Thomas B. – LARSON, Ronal. A Wood-Gas Stove for Developing Countries. Golden: Colorado School of Mines, 1996.
- [6] BIOLITE INC. CampStove 2+ User Manual: Electricity From Wood. [online]. Brooklyn: BioLite Energy, 2021. Dostupné na internete: <https://www.bioliteenergy.com>
- [7] SOLO STOVE. How it Works: The Physics of Solo Stove. [online]. Grapevine: Solo Brands Inc., 2023. Dostupné na internete: <https://www.solostove.com>
- [8] MSR (MOUNTAIN SAFETY RESEARCH). WhisperLite Liquid Fuel Stove Instruction Manual. [online]. Seattle: Cascade Designs Inc., 2019. Dostupné na internete: <https://www.msrgear.com>
- [9] JETBOIL. Flash Cooking System: Instructions and Safety. [online]. Manchester: Johnson Outdoors Inc., 2021. Dostupné na internete: <https://www.jetboil.johnsonoutdoors.com>
- [10] BUSHCRAFT ESSENTIALS. Bushbox LF: Multi-Fuel Outdoor Stove User Guide. [online]. Pfaffenhofen: Bushcraft Essentials GmbH, 2022. Dostupné na internete: <https://www.bushcraft-essentials.com>
- [11] SNOW PEAK. LiteMax Titanium Stove: Instructional Manual. [online]. Portland: Snow Peak Inc., 2022. Dostupné na internete: <https://www.snowpeak.com>
- [12] PRIMUS AB. OmniFuel Service Manual: The Multi-Fuel Powerhouse. [online]. Solna: Primus AB, 2020. Dostupné na internete: <https://www.primus.eu>
- [13] TRANGIA AB. The Trangia Spirit: Instructions and Maintenance. [online]. Trångsviken: Trangia AB, 2022. Dostupné na internete: <https://www.trangia.se>
- [14] KELLY KETTLE CO. Instructional Manual: How to use your Kelly Kettle. [online]. Mayo: Kelly Kettle Co., 2020. Dostupné na internete: <https://www.kellykettle.com>

- [15] PETROMAX GMBH. User Manual: Rocket Stove rf33. [online]. Magdeburg: Petromax GmbH, 2021. Dostupné na internete: <https://www.petromax.de>
- [16] REED, Thomas B. – LARSON, Ronal. A Wood-Gas Stove for Developing Countries. Colorado School of Mines, 1996.
- [17] ANDERSON, Paul S. – REED, Thomas B. Biomass Gasification: Principles and Pathways. In: International Conference on Cooking with Biomass. 2004.
- [18] MAC CARTY, Nordica et al. Laboratory comparison of cooking stoves with fuel-wood from a developing country perspective. In: Energy for Sustainable Development. [online]. 2008, roč. 12, č. 2, s. 56–65.
- [19] Peltierov jav. In: Encyklopédia poznania [online]. 07. 12. 2020 [cit. 2024-05-22]. Dostupné na internete: <https://encyklopediapoznania.sk/clanok/9215/peltierov-jav>
- [20] ROWE, David Michael. Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano. Boca Raton: CRC Press, 2005. ISBN 978-0849322648.
- [21] BIOLITE INC. The Science of Our Gear: How we turn fire into electricity. [online]. Brooklyn: BioLite Energy, 2022. Dostupné na internete: <https://www.bioliteenergy.com/blogs/lab/the-science-of-biolite>
- [22] ARRAWATIA, M. et al. Design of a Thermoelectric Generator for Sustainable Energy Harvesting from Biomass Stoves. In: IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. 2016.
- [23] BioLite CampStove 2 Bundle. In: OutdoorCooking.dk [online]. [cit. 2026-05-22]. Dostupné na internete: <https://www.outdoorcooking.dk/products/campstove-2-bundle>
- [24] BIOLITE INC. CampStove 2+ Anatomy: Technology Inside. [online]. Brooklyn: BioLite Energy, 2023. Dostupné na internete: <https://www.bioliteenergy.com>
- [25] ASHBY, Michael F. Materials Selection in Mechanical Design. 4. vyd. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2011. ISBN 978-1856176637.
- [26] U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. US Patent 8,297,271 B2: Portable wood-burning stove with thermoelectric generator. [online]. Alexandria: USPTO, 2012.
- [28] ASHBY, Michael F. – JOHNSON, Kara. Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design. 3. vyd. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013. ISBN 978-0080982052.
- [27] THOMPSON, Rob. Manufacturing Processes for Design Professionals. London: Thames & Hudson, 2007. ISBN 978-0500513750.
- [28] KALPAKJIAN, Serope – SCHMID, Steven. Manufacturing Engineering and Technology. 7. vyd. Upper Saddle River: Pearson, 2014. ISBN 978-0133128741.

## 11 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| TEG     | Termoelektrický generátor            |
| LPG     | Liquefied Petroleum Gas              |
| USB     | Universal Serial Bus                 |
| LED     | Light-Emitting Diode                 |
| Li-ion  | Lítium-iónový akumulátor             |
| EMC     | Elektromagnetická kompatibilita      |
| RoHS    | Smernica o látkach v elektrotechnike |
| CE      | Conformité Européenne                |
| FDM     | Fused Deposition Modeling            |
| SMT     | Surface Mount Technology             |
| RAL     | Štandardizovaný farebný vzorkovník   |
| CNC     | Computer Numerical Control           |
| PA66-GF | Polyamid 66 plnený sklenými vláknami |
| TCO     | Total Cost of Ownership              |
| °C      | Stupeň Celzia                        |
| mAh     | Miliampérhodina                      |
| mm      | Milimeter                            |
| g       | Gram                                 |
| kg      | Kilogram                             |
| €       | Euro                                 |

## 12 ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOU

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 2-1 Kompaktný outdoorový varič BioLite CampStove 2+ [6] .....                | 17 |
| Obr. 2-2 Varič Solo Stove Lite [7] .....                                          | 19 |
| Obr. 2-3 Viacpalivový varič MSR WhisperLite International [8].....                | 20 |
| Obr. 2-4 Varný systém Jetboil Flash Carbon [9] .....                              | 21 |
| Obr. 2-5 Skladací varič Bushbox LF [10] .....                                     | 23 |
| Obr. 2-6 Ultraľahký titánový varič Snow Peak LiteMax [11] .....                   | 24 |
| Obr. 2-7 Viacpalivový varič Primus OmniFuel II [12] .....                         | 26 |
| Obr. 2-8 Liehový varný systém Trangia 25-1 UL [13].....                           | 27 |
| Obr. 2-9 Rýchlovarná kanvica na biomasu Kelly Kettle Base Camp [14] .....         | 29 |
| Obr. 2-10 Raketový varič Petromax Rocket Stove rf33 [15] .....                    | 30 |
| Obr. 2-11 Schéma princípu Peltierovho javu [19] .....                             | 32 |
| Obr. 2-12 Konštrukčná schéma a komponenty variča BioLite CampStove, upravené [23] | 34 |
| Obr. 4-1 Koláž skicí .....                                                        | 44 |
| Obr. 4-2 Prototypy .....                                                          | 45 |
| Obr. 4-3 3D vizualizácia varianty I .....                                         | 46 |
| Obr. 4-4 Základné rozmery a digitálna skica varianty I .....                      | 47 |
| Obr. 4-5 3D vizualizácia varianty II .....                                        | 48 |
| Obr. 4-6 Základné rozmery a digitálna skica varianty II .....                     | 49 |
| Obr. 4-7 3D vizualizácia varianty III.....                                        | 50 |
| Obr. 4-8 Základné rozmery a digitálna skica varianty III .....                    | 51 |
| Obr. 4-9 Porovnanie 3 variant .....                                               | 52 |
| Obr. 5-1 Testovanie modelu 1:1 .....                                              | 54 |
| Obr. 5-2 Perspektívne pohľady finálnej variant .....                              | 56 |
| Obr. 5-3 Detailné pohľady finálnej varianty .....                                 | 56 |
| Obr. 5-4 Bočný pohľad finálnej varianty .....                                     | 57 |
| Obr. 5-5 Schéma uloženia .....                                                    | 58 |
| Obr. 6-1 Popis súčiastok, s ktorými sa dostáva užívateľ do kontaktu.....          | 59 |
| Obr. 6-2 Rozpalovací mód .....                                                    | 60 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Obr. 6-3 Auto / manuálny mód .....                     | 61 |
| Obr. 6-4 Varič v zloženom a zamknutom stave.....       | 61 |
| Obr. 6-5 Základné rozmery .....                        | 62 |
| Obr. 6-6 Schéma komponentov.....                       | 63 |
| Obr. 6-7 Rez rozloženým varičom.....                   | 64 |
| Obr. 6-8 Komora spojená pomocou nerezových nitov ..... | 66 |
| Obr. 6-9 Prenos variču v rozloženom stave .....        | 67 |
| Obr. 6-10 Ergonómia ovládania jedným prstom.....       | 68 |
| Obr. 6-11 Ovládač a LED zd'elovače.....                | 69 |
| Obr. 6-12 Varič v zloženom stave .....                 | 71 |
| Obr. 7-1 Farebné riešenie variantu I .....             | 74 |
| Obr. 7-2 Farebné riešenie variantu II .....            | 75 |
| Obr. 7-3 Farebné riešenie variantu III .....           | 76 |
| Obr. 7-4 Logotyp .....                                 | 77 |
| Obr. 7-5 Uloženie logotypu na výrobku.....             | 78 |
| Obr. 7-6 Varenie .....                                 | 79 |
| Obr. 7-7 Piktogramy.....                               | 80 |

## 13 ZOZNAM TABULIEK

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Tab. 4-1 Porovnanie kľúčových parametrov variantov ..... | 53 |
|----------------------------------------------------------|----|

## 14 ZOZNAM PRÍLOH

- Zmenšený sumarizačný poster (A4)
- Fotografia modelu

Samostatné prílohy

- Sumarizační poster (A1)
- Model (M 1:1)
- Portfolio

# ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÝ POSTER



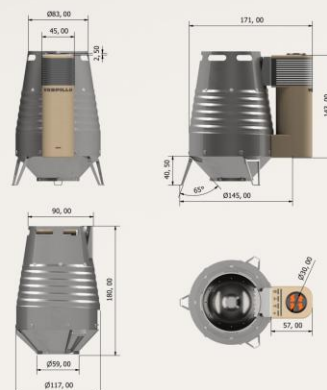
Návrh variča VespiLLO predstavuje riešenie pre nezávislý pohyb v prírode s dôrazom na minimalizáciu ekologickej stopy. Koncept je postavený na princípe Leave No Trace, kedy uzavretý systém spaľovania lokálnej biomasy chráni pôdny kryt a eliminuje potrebu fosílnych palív. Zariadenie integruje termoelektrický generátor, ktorý transformuje solárne teplo na elektrickú energiu, čím zabezpečuje autonómny chod ventilácie pre efektívne a bezdymové horenie.

Varič na biomasu

# VESPI LLO

## Leave No Trace

Názov aj grafické spracovanie ovládacích prvkov čerpajú inšpiráciu z biológie hrobárika obyčajného (*Nicrophorus vespillo*). Výrazný oranžovo-čierny vzor na multifunkčnom ovládači nie je len estetickým akcentom, ale funkčným signálnym prvkom, ktorý uľahčuje orientáciu v sťažených svetelných podmienkach. Tento biomimetický odkaz na organizmus, ktorý v prírode zabezpečuje recykláciu organickej hmoty, sémanticky podčiarkuje funkciu zariadenia - transformáciu prírodných zvyškov na čistú energiu pri zachovaní rovnováhy okolitého ekosystému.



DESIGN VARIČA NA BIOMASU / BAKALÁRSKA PRÁCA / Autor: Samuel Janota / Vedúci práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD / VUT v Brne / FSI / UK / OPD / 2025/26



## FOTOGRAFIA MODELU

