

# Protokol Inžinierskeho dizajnu



## Projekt č. 2 - Inovačný proces s aplikáciou CAD

Projekt zameraný na praktické oboznámenie sa a osvojenie si inovačného procesu

### I. Prehľad projektu

<i>Názov projektu</i>	Návrh a realizácia nosového krytu pre monopost
<i>Názov školy</i>	Stredná priemyselná škola strojnícka a elektrotechnická - Gépipari és Elektrotechnikai Szakközépiskola, Petőfiho 2, Komárno
<i>Názov tímu</i>	<b>Tower Team</b>
<i>Mená členov skupiny</i>	Levente Papp, Benedek Füle, Richard Kiss, Attila Bálint
<i>Stanovené termíny</i>	Začiatok projektu: 21.5.2026 Ukončenie projektu: 1.6.2026
<i>Vaša výzva</i>	Navrhnuť a vyhotoviť nosový kryt pre monopost tímu Tower Team
<i>Kritériá úspechu (hlavný cieľ projektu):</i>	Kritériá projektu pre vytvorenie nosového krytu pre monopost boli nasledovné: vytvoriť nosový kryt pre monopost ktorý je aerodynamicky vhodný ale zároveň Nie je časovo tak náročné jeho vytvorenie aby to skončilo s neúspechom.

## II. Praktická časť



### 1. Ask (Pýtajte sa)

#### 1. Nápady a prvé úvahy:

Na začiatku projektu sme uvažovali nad viacerými možnými vylepšeniami monopostu, ktoré by mohli prispieť k jeho lepším jazdným vlastnostiam a celkovej výkonnosti. Po analýze jednotlivých možností sme sa rozhodli zamerať na návrh a výrobu nosového krytu, pretože išlo o jednu z oblastí, ktorá si vyžadovala zlepšenie. Tento nápad nás zaujal najmä z dôvodu jeho vplyvu na aerodynamiku monopostu. Správne navrhnutý nosový kryt môže pozitívne ovplyvniť prúdenie vzduchu okolo vozidla, zlepšiť jeho vzhľad a zároveň chrániť niektoré komponenty pred vonkajšími vplyvmi. Pri rozhodovaní sme zároveň brali do úvahy náročnosť výroby a dostupnosť materiálov, aby bolo možné projekt úspešne dokončiť v stanovenom časovom horizonte.

#### 2. Definovanie problému:

Problém, ktorý sme sa rozhodli riešiť, spočíval v absencii vhodného nosového krytu na monoposte tímu Tower Team. Cieľom projektu preto bolo navrhnuť a vyrobiť nosový kryt, ktorý by zlepšil prúdenie vzduchu okolo monopostu a zároveň esteticky doplnil jeho konštrukciu. Tento problém sme považovali za dôležitý, pretože aerodynamické vlastnosti majú významný vplyv na jazdné vlastnosti a efektivitu vozidla. Okrem toho nosový kryt tvorí výraznú časť monopostu, a preto ovplyvňuje aj jeho celkový vzhľad. Projektom sme chceli vytvoriť funkčné, praktické a estetické riešenie, ktoré by bolo možné jednoducho vyrobiť a následne využívať pri prevádzke monopostu.

#### 3. Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bolo navrhnuť a vyrobiť nosový kryt pre monopost tímu Tower Team, ktorý by zlepšil jeho aerodynamické vlastnosti a celkový vzhľad. Zamerali sme sa najmä na optimalizáciu prúdenia vzduchu okolo prednej časti vozidla a vytvorenie konštrukcie, ktorá by bola dostatočne pevná, ľahká a jednoducho vyrobiteľná. Tieto ciele sme si vybrali preto, lebo nosový kryt patrí medzi dôležité aerodynamické prvky monopostu. Jeho tvar môže ovplyvniť odpor vzduchu a celkovú efektivitu vozidla počas jazdy. Zároveň sme chceli vytvoriť komponent, ktorý by esteticky doplnil monopost a zlepšil jeho celkový vzhľad.

### 3. Ciele projektu:

Jeden cieľov projektu bola navrhnuť a skonštruovať nosový kryt pre náš monopost ktorý dynamicky ale zároveň aj esteticky pasuje k nášmu vozidlu. Avšak pri navrhovaní nosového krytu sme uprednostňovali aerodynamiku nad vzhľadom keďže ďalej pri menšom odpore vzduchu a to pre elektromotor vozidla znamená že stačí aj menší výkon na poháňanie vozidla s čím S čím ovplyvňuje prevádzkovú teplotu elektromotora vozidla a spotrebu ďalej motora vozidla.

### 4. Obmedzenia a limity:

Jedna z obmedzení pri vývoji ako konštrukcii nosového krytu pre monopost bolo nedostatok času na vývoj pri navrhovaní nosového krytu sme museli zohľadniť tento faktor. Ďalšie obmedzenie s ktorým sme sa stretli počas vývoja nosového krytu bolo nedostatok finančných rezerv kvôli tomu sme nemohli používať drahšie materiály



## 2. Research (Preskúmajte problém)

### 1. Existujúce riešenia a inšpirácie

#### Vaša odpoveď:

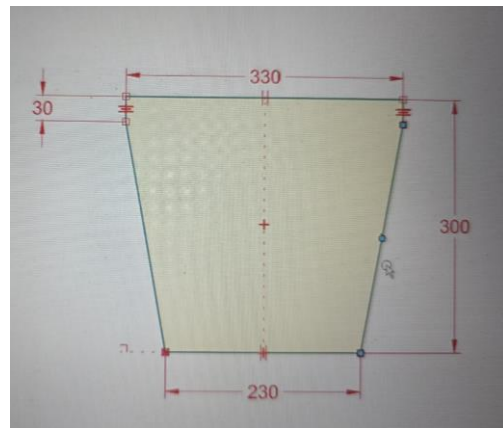
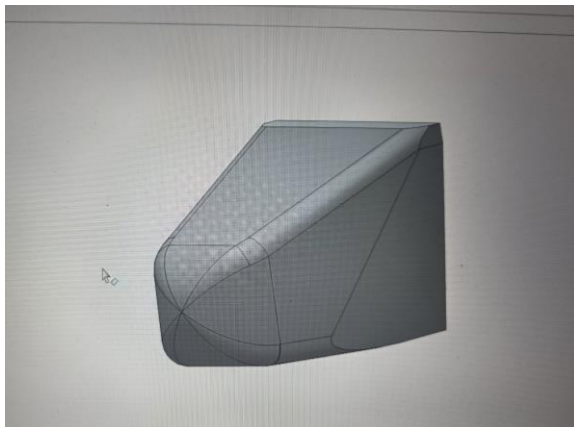
Počas návrhu nosového krytu pre monopost bol celý proces vo veľkej miere ovplyvnený časovou náročnosťou realizácie jednotlivých návrhov. Pri výbere konečného riešenia bolo potrebné zohľadniť nielen jeho funkčné vlastnosti, ale aj čas potrebný na výrobu a montáž. Medzi ďalšie faktory, ktoré ovplyvnili výsledný dizajn nosového krytu, patrili najmä jeho hmotnosť a spôsob upevnenia k existujúcej konštrukcii monopostu. Cieľom bolo navrhnuť dostatočne pevný a ľahký komponent, ktorý by bolo možné jednoducho a spoľahlivo pripevniť k vozidlu. Inšpiráciu pre finálny dizajn nosového krytu sme získali najmä pozorovaním videozáznamov z predchádzajúcich ročníkov súťaže Greenpower Slovensko. Analýzou konštrukčných riešení použitých na iných monopostoch sme získali cenné poznatky, ktoré sme následne využili pri tvorbe vlastného návrhu.



# 1. Imagine (Navrhnite)

## Dizajn č. 1

### Nákres / fotografia návrhu



### Stručný opis návrhu

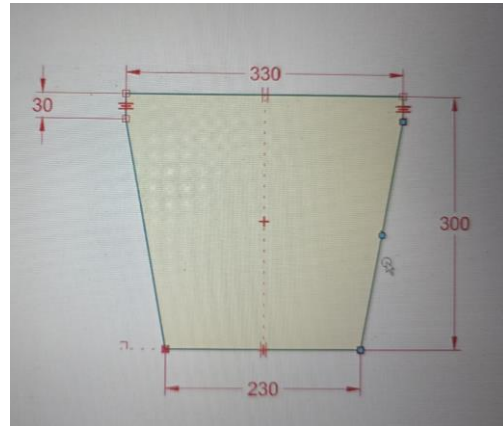
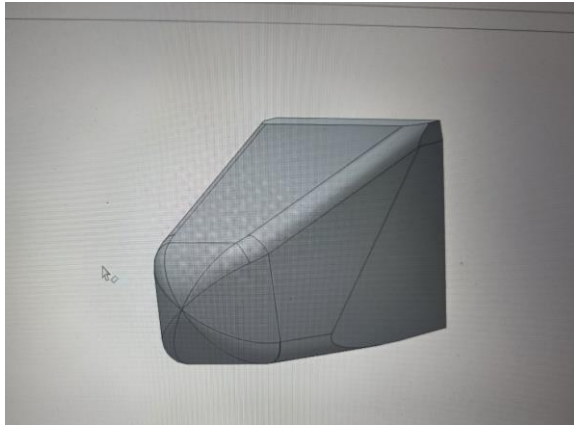
V dizajne č. 1 sme navrhli dizajn nosového krytu nasledovne, ako je možné vidieť na obrázkoch vyššie. Nosový kryt v tomto dizajne by bola realizovaná pomocou 3D tlače z materiálu PETG. Následne kostra nosového krytu by bola vyplnená s materiálom určené na pohlcovanie nárazov dodané k monopostu od firmy Greenpower Slovensko. Materiál určený pre pohlcovanie nárazov po vytvorení správneho tvaru by bola pripevnená k vnútornej časti kostry nosového krytu pomocou montážnej peny. Po finalizácii nosového krytu monopostu kryt by bola pripevnená ku krytu monopostu pomocou nitov.

### Použité materiály:

V tejto verzii návrhu nosového krytu mala byť hlavná nosná konštrukcia vyrobená z materiálu PETG pomocou technológie 3D tlače. Tento materiál bol zvolený najmä pre svoje vhodné mechanické vlastnosti, nízku hmotnosť a jednoduché spracovanie. Vnútorný priestor konštrukcie mal byť následne vyplnený materiálom určeným na pohlcovanie nárazov, ktorého úlohou by bolo znižovať účinky prípadných kolízií a chrániť konštrukciu monopostu pred poškodením. Výplňový materiál mal byť k nosnej konštrukcii upevnený pomocou montážnej peny, ktorá by zabezpečila jeho stabilnú polohu a zároveň zjednodušila proces montáže. Hlavnou výhodou tohto návrhu bola nízka hmotnosť konštrukcie, dobré tlmiace vlastnosti a možnosť výroby pomocou dostupných technológií. Nevýhodou však bola vyššia časová náročnosť 3D tlače a potreba dodatočnej montáže výplňového materiálu.

## Dizajn č. 2

### Nákres / fotografia návrhu



### Stručný opis návrhu:

V dizajne č. 2 sme navrhli nosový kryt monopostu s využitím kompozitných materiálov. Ako je možné vidieť na obrázkoch vyššie. Nosový kryt mal byť vyrobený z karbónových alebo sklenených vlákien pomocou laminovacieho procesu. Tento spôsob výroby umožňuje vytvoriť pevný a zároveň ľahký komponent s vhodnými mechanickými vlastnosťami. Vnútorň priestor nosového krytu mal byť vyplnený materiálom určeným na pohlcovanie nárazov, ktorý bol dodaný spoločnosťou Greenpower Slovensko. Po vytvarovaní do požadovaného tvaru mal byť tento materiál upevnený k vnútornej strane nosového krytu pomocou montážnej peny. Po dokončení výroby mal byť nosový kryt pripevnený ku konštrukcii monopostu pomocou nitov.

### Materiály:

V tejto verzii návrhu mala byť hlavná konštrukcia nosového krytu vyrobená z karbónových alebo sklenených vlákien v kombinácii s epoxidovou živicom. Tieto materiály boli zvolené predovšetkým pre ich vysokú pevnosť, nízku hmotnosť a dobrú odolnosť voči mechanickému namáhaniu. Vnútorň priestor konštrukcie mal byť vyplnený materiálom určeným na pohlcovanie nárazov, ktorého úlohou by bolo znižovať následky prípadných kolízií a chrániť monopost pred poškodením. Výplňový materiál mal byť upevnený pomocou montážnej peny, ktorá by zabezpečila jeho stabilnú polohu a jednoduchú montáž. Hlavnou výhodou tohto návrhu bola vysoká pevnosť pri zachovaní nízkej hmotnosti, čo by mohlo priaznivo ovplyvniť jazdné vlastnosti monopostu. Ďalšou výhodou bola možnosť vytvoriť aerodynamicky optimalizovaný tvar s kvalitným povrchovým spracovaním. Nevýhodou však boli vyššie finančné náklady na materiál, väčšia technologická náročnosť výroby a dlhší čas potrebný na realizáciu oproti riešeniu využívajúcemu 3D tlač.

## 2. Porovnanie návrhov

Porovnajte jednotlivé návrhy a stručne opíšte ich silné a slabé stránky.

Návrh	Výhody	Nevýhody
<b>Dizajn č 1</b>	Výhodou tohto riešenia by bola nízka hmotnosť, jednoduchá výroba pomocou 3D.	Nevýhodou tejto formy vyhotovenia je nižšia sila materiálu z ktorého bude vyhotovená.
<b>Dizajn č. 2</b>	Výhodou tohto spôsobu vyhotovenia nosného krytia pre monopost je silnejší materiál z ktorého by bola súčiastka vyhotovená	Medzi nevýhody dizajnu č.2 bola veľká časová náročnosť pre vyhotovenie krytu týmto spôsobom.

Stručne vysvetlite, ktoré faktory najviac ovplyvnili vaše rozhodovanie.

(Môže ísť napríklad o výkon, hmotnosť, jednoduchosť výroby, cenu, bezpečnosť, materiál, čas alebo iné faktory.)

## 3. Výber riešenia

Na základe porovnania návrhov ste sa rozhodli pre riešenie, ktoré podľa vás najlepšie spĺňalo ciele projektu.

### Ktoré riešenie ste si vybrali a prečo?

Na základe vzájomnej dohody členov tímu sme sa rozhodli vyhotoviť nosový kryt monopostu podľa návrhu označeného ako dizajn č. 1. Pri výbere finálneho riešenia zohrávala významnú úlohu najmä časová náročnosť realizácie projektu, keďže bolo potrebné zabezpečiť dokončenie výroby v stanovenom termíne. Dôležitým faktorom boli aj finančné náklady spojené s výrobou nosového krytu. Vybraný návrh predstavoval vhodný kompromis medzi funkčnosťou, vzhľadom, jednoduchosťou výroby a ekonomickou náročnosťou. Zvolený dizajn zároveň spĺňal požiadavky tímu na hmotnosť, spôsob uchytenia a celkovú kompatibilitu s existujúcou konštrukciou monopostu.

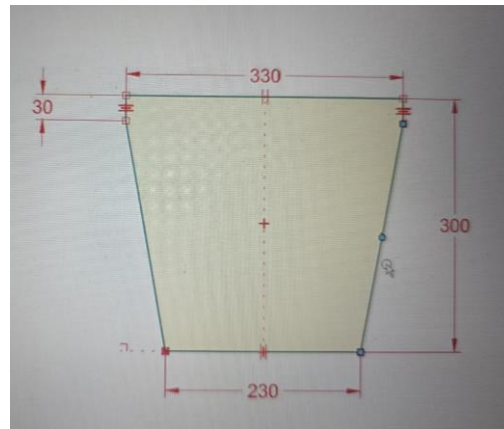
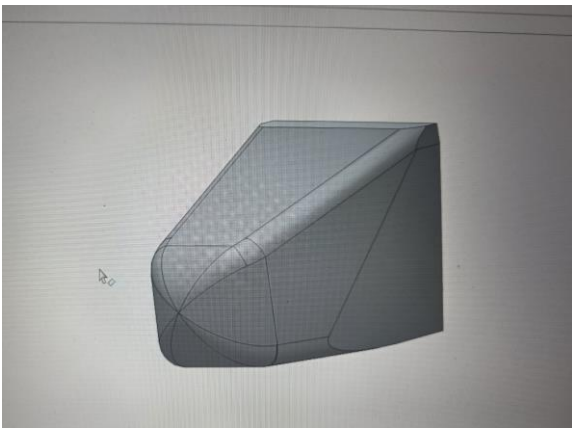


## 2. Plán (Naplánujte)

### 1. Finálny návrh riešenia

Stručne opíšte, ako malo vyzerat' vaše finálne riešenie.

**Sem vložte CAD návrh, technický náčrt alebo inú dokumentáciu finálneho riešenia**



**Stručne opíšte, čo obrázok alebo dokumentácia zachytáva**

Na obrázku vľavo môžeme vidieť 3D model finálneho riešenia nosového krytu pre monopost. Obrázok napravo zachytáva Rozmery nosového krytu.

## 2. Materiály a nástroje, zariadenia

Aké materiály, súčiastky alebo nástroje, zariadenia, prístroje, technologické postupy ste použili?

Na výrobu nosového krytu bol použitý materiál PETG, z ktorého bola pomocou technológie 3D tlače vyrobená hlavná nosná konštrukcia. Vnútorň priestor tejto konštrukcie bol následne vyplnený materiálom na pohlcovanie nárazov, ktorý bol dodaný firmou Greenpower Slovensko. Výplňový materiál bol k nosnej konštrukcii upevnený pomocou montážnej peny, ktorá zabezpečila jeho stabilnú polohu. Na záver bol hotový nosový kryt pripevnený ku krytu monopostu pomocou nitov

## 3. Plán realizácie

Stručne opíšte hlavné kroky realizácie projektu.

krok	popis
<b>1. 3D modelovanie</b>	vytvorenie digitálneho modelu nosového krytu v CAD softvéri podľa požadovaných rozmerov a tvaru
<b>2. Príprava tlače a 3D tlač</b>	nastavenie parametrov 3D tlače, výber vhodných nastavení pre materiál PETG (teplota, rýchlosť, hustota výplne)
<b>3. Postspracovanie výtlačku</b>	odstránenie podporných štruktúr, brúsenie a úprava povrchu vytlačenej konštrukcie
<b>4. Montáž výplňového materiálu</b>	upevnenie výplňového materiálu do vnútornej časti nosnej konštrukcie pomocou montážnej peny
<b>5. Povrchová úprava a tmelenie</b>	vyrovnanie nerovností povrchu pomocou tmelenia a následné brúsenie pre hladký povrch
<b>6. Lakovanie</b>	aplikácia finálneho laku v požadovanej farbe a úprave povrchu



## 3.Create (Vytvorte)

### 1. Realizácia návrhu

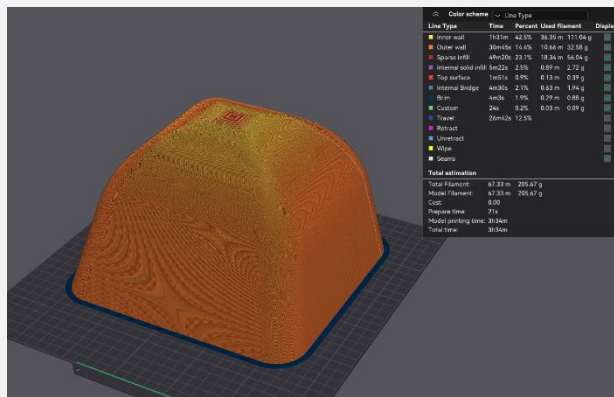
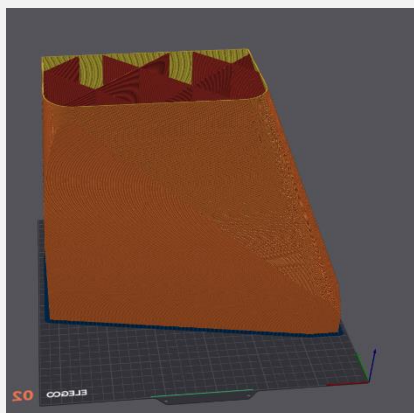
#### **Stručne opíšte, ako prebiehala realizácia vášho riešenia**

Realizácia nosového krytu začala vytvorením digitálneho 3D modelu v CAD softvéri, pričom model bol navrhnutý tak, aby presne zodpovedal požadovaným rozmerom a tvaru nosového krytu monopostu. Po dokončení modelovania nasledovala príprava na 3D tlač, v rámci ktorej boli nastavené všetky potrebné parametre tlače, ako napríklad teplota trysky, rýchlosť tlače a hustota vnútornej výplne, a to s ohľadom na špecifické vlastnosti materiálu PETG. Po úspešnom nastavení parametrov prebehla samotná 3D tlač nosnej konštrukcie nosového krytu. Po jej dokončení nasledovalo postspracovanie výtlačku, ktoré zahŕňovalo odstránenie podporných štruktúr, brúsenie a povrchovú úpravu tak, aby bol povrch konštrukcie čo najrovnejší a pripravený na ďalšie kroky. Následne bol pripravený a tvarovaný výplňový materiál určený na pohlcovanie nárazov dodaný firmou Greenpower Slovensko. Tento materiál bol upravený do tvaru presne zodpovedajúceho vnútornému priestoru nosnej konštrukcie a následne bol vložený a upevnený do jej vnútra pomocou montážnej peny, ktorá zabezpečila jeho pevnú a stabilnú polohu počas celej prevádzky monopostu. Po finalizácii a skompletizovaní nosového krytu bol tento mechanicky uchytený ku karosérii monopostu pomocou nitov, čím bolo zaistené jeho bezpečné a spoľahlivé pripevnenie. Nasledovala povrchová úprava, v rámci ktorej boli všetky nerovnosti a nedokonalosti povrchu vyrovnané pomocou tmelenia a následného brúsenia, aby bol povrch dokonale hladký a pripravený na lakovanie. Pred samotným lakovaním bol na celý povrch nosového krytu nanesený základový náter, ktorého úlohou bolo zabezpečiť čo najlepšiu príľnavosť vrchnej vrstvy laku. Na záver bola aplikovaná finálna vrstva laku v požadovanej farbe, čím nosový kryt získal svoj definitívny vzhľad a bol plne pripravený na použitie na monoposte.

#### **Stručne opíšte, aké problémy alebo výzvy sa objavili počas realizácie projektu a ako ovplyvnili ďalší priebeh práce.**

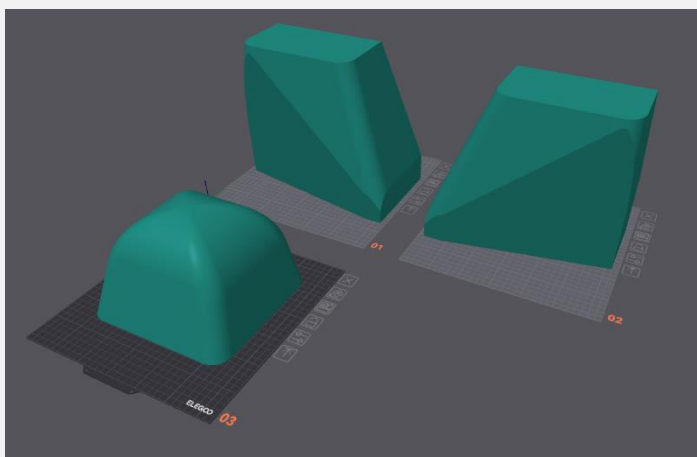
Samotný proces realizácie nosného krytia prešlo bez výrazných ťažkostí ktoré by ovplyvnili priebeh práce.

## 2. Dokumentácia realizácie



Na výrobu nosového krytu bola použitá 3D tlačiareň Elegoo Neptune 4 Plus. Model bol pripravený v programe OrcaSlicer a vytlačný z materiálu PETG, ktorý bol zvolený pre svoje vhodné mechanické vlastnosti. Hrúbka stien nosového krytu bola navrhnutá s ohľadom na požiadavky súťaže Greenpower. Pred samotnou výrobou bola konzultovaná s organizátormi súťaže, ktorí potvrdili, že zvolená hrúbka 1,5 mm spĺňa všetky požiadavky a je vhodná na použitie v rámci súťažného monopostu.

Z dôvodu veľkosti nosového krytu a rozmerových obmedzení tlačovej plochy bol model rozdelený na tri samostatné časti. Po dokončení tlače boli jednotlivé diely spojené do jedného celku a následne ďalej opracované.



## 2. Dokumentácia realizácie





## 4. Test (Testujte)

### 1. Vyhodnotenie a závery

Projekt návrhu a realizácie nosového krytu monopostu predstavoval komplexnú technickú výzvu. Cieľom projektu bolo navrhnuť a vyrobiť funkčný nosový kryt, ktorý by spĺňal požiadavky na bezpečnosť, odolnosť voči nárazom, nízku hmotnosť a zároveň esteticky zodpovedal celkovému dizajnu monopostu. Z hľadiska konštrukčného riešenia sa ukázalo, že kombinácia materiálu PETG a technológie 3D tlače predstavuje vhodný prístup pre výrobu nosnej konštrukcie nosového krytu. Materiál PETG preukázal svoje prednosti najmä v oblasti mechanických vlastností, dostatočnej tuhosti a jednoduchej spracovateľnosti, pričom technológia 3D tlače umožnila dosiahnuť požadovaný tvar konštrukcie s relatívne vysokou presnosťou. Výsledná nosná konštrukcia bola tvarovo presná a mechanicky dostatočne odolná na to, aby plnila svoju funkciu v podmienkach reálnej prevádzky monopostu.

Integrácia výplňového materiálu určeného na pohlcovanie nárazov, ktorý bol dodaný firmou Greenpower Slovensko, do vnútorného priestoru nosnej konštrukcie sa ukázala ako kľúčový prvok celého návrhu. Tento materiál výrazne prispel k zvýšeniu bezpečnostných vlastností nosového krytu, keďže jeho hlavnou úlohou bolo efektívne pohlcovať energiu vznikajúcu pri prípadných kolíziách a tým chrániť konštrukciu monopostu, ale predovšetkým vodiča pred následkami nárazu. Upevnenie výplňového materiálu pomocou montážnej peny sa osvedčilo ako praktické a spoľahlivé riešenie, ktoré zjednodušilo proces montáže a zároveň zaistilo stabilnú polohu výplne počas celej prevádzky. Proces realizácie odhalil aj niekoľko oblastí, ktoré by bolo vhodné v budúcnosti zlepšiť alebo optimalizovať. Jednou z hlavných nevýhod zvoleného prístupu bola relatívne vysoká časová náročnosť samotnej 3D tlače, najmä pri väčších a tvarovo komplexnejších dieloch. Táto skutočnosť môže predstavovať obmedzenie v prípadoch, keď je potrebné vyrobiť náhradné diely v krátkom čase. Ďalšou oblasťou na zlepšenie by mohla byť optimalizácia procesu postspracovania výtlačku, teda brúsenia a tmelenia, keďže tieto kroky si vyžadovali značné množstvo manuálnej práce a času.

Celkovo možno konštatovať, že projekt bol úspešne realizovaný a stanovené ciele boli splnené. Nosový kryt spĺňa požiadavky na funkčnosť, bezpečnosť aj estetický vzhľad, pričom jeho výroba bola realizovaná s využitím dostupných technológií a materiálov. Získané skúsenosti a poznatky z tohto projektu predstavujú cennú základňu pre prípadné budúce vylepšenia a ďalší rozvoj konštrukčných riešení v rámci projektu monopostu. Do budúcnosti by bolo vhodné zvážiť napríklad použitie pokročilejších kompozitných materiálov alebo optimalizáciu geometrie nosového krytu s cieľom ďalšieho zníženia hmotnosti pri zachovaní, prípadne zvýšení mechanickej odolnosti celej konštrukcie.



## 5. Improve (Zlepšujte)

### 1. Navrhované zlepšenia

Ak ste ďalšie úpravy nestihli realizovať, opíšte, čo by ste zlepšili alebo upravili a prečo.

1 z plánovaných zlepšení ktoré sa týka nosového krytia monopostu je uzatvorenie diery medzi hornou časťou množstvo takého krytia a krytia samostatného monopostu kvôli lepšiemu prúdeniu vzduchu

